

**ACCELERATION SENSOR AND ACCELERATION SENSOR APPARATUS****Patent number:** JP2001349900**Publication date:** 2001-12-21**Inventor:** ISHIKAWA HIROSHI; TANAKA HIROSHI; IGATA OSAMU; SATO YOSHIO**Applicant:** FUJITSU LTD.; FUJITSU MEDIA DEVICE KK**Classification:****- international:** G01P15/09; G01P15/08; H01L41/08; H01L41/18**- european:****Application number:** JP20000131714 20000428**Priority number(s):****Also published**

EP111

US657

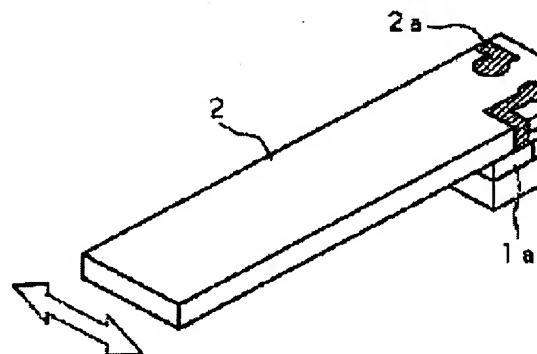
EP111

**Abstract of JP2001349900**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an acceleration sensor, which can achieve smaller size and lower cost, having a higher detection sensitivity and an acceleration sensor apparatus having a package structure that enables efficient housing of the acceleration sensor.

**SOLUTION:** There are arranged a vibrator 1, comprising a piezo-electric single crystal and a weight part 2 linked thereto. Divided Electrodes 1a and 1a for detecting electrical signals are formed on the vibrator 1. The electrodes 1a and 1a and wire patterns 2a and 2a of the weight part 2 for doubling a signal detection substrate are energized electrically by an anisotropic conductive adhesive. When unidirectional acceleration (in the direction of blanked arrow) is applied, torque generated in the weight part 2 is detected as slide vibrations by the vibrator 1, to extract an electrical signal which corresponds to the acceleration from the electrodes 1a and 1a.

第1実施の形態による加速度センサの構成を示す図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-349900

(P2001-349900A)

(43) 公開日 平成13年12月21日 (2001. 12. 21)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 1 P 15/09		G 0 1 P 15/09	
15/08		15/08	P
H 0 1 L 41/08		H 0 1 L 41/08	Z
41/18		41/18	1 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数25 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2000-131714(P2000-131714)	(71) 出願人	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(22) 出願日	平成12年4月28日(2000. 4. 28)	(71) 出願人	398067270 富士通メディアデバイス株式会社 長野県須坂市大字小山460番地
(31) 優先権主張番号	特願平11-375813	(72) 発明者	石川 寛 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
(32) 優先日	平成11年12月28日(1999. 12. 28)	(74) 代理人	100078868 弁理士 河野 登夫
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		
(31) 優先権主張番号	特願2000-105426(P2000-105426)		
(32) 優先日	平成12年4月6日(2000. 4. 6)		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

最終頁に続く

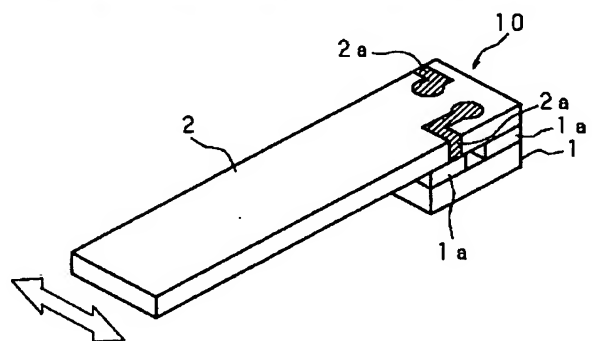
(54) 【発明の名称】 加速度センサ及び加速度センサ装置

(57) 【要約】

【課題】 検出感度が高く、小型化及び低コスト化を図れる加速度センサ、及び、その加速度センサを効率良く収納できるパッケージ構造を有する加速度センサ装置を提供する。

【解決手段】 圧電単結晶からなる振動子1とそれに連なる錘部2とを有する。分割された電気信号検出用の電極1a、1aが振動子1に形成され、この電極1a、1aと、信号検出基板を兼ねる錘部2の配線パターン2a、2aとが、異方性導電性接着剤にて導通されている。一方向の加速度(白抜矢符方向)が加わった場合、錘部2に発生する回転モーメントを振動子1にて滑り振動として検出し、その加速度に応じた電気信号を電極1a、1aから取り出す。

第1実施の形態による加速度センサの構成を示す斜視図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 加速度を検出する加速度センサにおいて、電極を有しており、滑り振動が生じる振動子と、該振動子に連なっており、前記振動子にそれ自身を加えたものの重心位置と異なる位置で支持されている錘部とを備え、前記電極と導通されている配線パターンが前記錘部に形成されており、加速度が加わった場合に前記錘部に発生する支持点を中心とした回転モーメントを滑り振動として前記振動子で検出し、前記加速度に応じた電気信号を前記電極から前記配線パターンを介して出力するようにしたことを特徴とする加速度センサ。

【請求項2】 前記振動子における滑り振動の検出部分が、複数部分に分割された前記電極にて分割されている請求項1に記載の加速度センサ。

【請求項3】 前記振動子における滑り振動の検出部分が、複数部分に分割された前記電極及び該電極に連なる溝にて分割されている請求項1に記載の加速度センサ。

【請求項4】 前記振動子は略直方体状をなし、前記溝の深さは、前記振動子の厚さの10%以上である請求項3に記載の加速度センサ。

【請求項5】 前記分割の位置は、前記滑り振動による電荷分布が実質的に零となる位置である請求項2～4の何れかに記載の加速度センサ。

【請求項6】 前記振動子及び錘部は略直方体状をなし、前記振動子の加速度検出方向の長さは、前記錘部の加速度検出方向の長さ以下である請求項1～5の何れかに記載の加速度センサ。

【請求項7】 前記錘部は略直方体状をなし、前記錘部は、前記振動子に連なる側の部分に比してその反対側の部分で、厚さ及び／または加速度検出方向の長さが大きい請求項1～6の何れかに記載の加速度センサ。

【請求項8】 前記錘部は、材質が異なる複数の物体から構成されている請求項1～7の何れかに記載の加速度センサ。

【請求項9】 前記錘部は、前記振動子に連なる側の部分に比してその反対側の部分で、密度が高い請求項8に記載の加速度センサ。

【請求項10】 前記振動子は、前記錘部に異方性導電性接着剤で接着されている請求項1～9の何れかに記載の加速度センサ。

【請求項11】 前記振動子の分割された電極の中の前記重心位置に近い方の電極から前記電気信号を取り出す請求項2～10の何れかに記載の加速度センサ。

【請求項12】 前記錘部は略直方体状をなし、前記錘部の厚さが最も薄い部分が、前記振動子の位置より前記重心位置側でない請求項1～11の何れかに記載の加速度センサ。

【請求項13】 前記錘部の前記溝に対向する位置に、前記溝の幅以上の幅を有する突部が形成されており、該突部によって前記溝が蓋されている請求項3または4の

何れかに記載の加速度センサ。

【請求項14】 前記振動子と前記錘部とは接着剤にて接着されており、前記接着剤よりヤング率が小さい充填材が前記溝に充填されている請求項3または4の何れかに記載の加速度センサ。

【請求項15】 前記溝の幅が、前記振動子の分割された前記各検出部分の幅よりも大きい請求項3または4の何れかに記載の加速度センサ。

【請求項16】 前記振動子と前記錘部とは接着剤にて接着されており、この接着面の面積が、前記電極及び／または前記配線パターンの面積より大きい請求項1～15の何れかに記載の加速度センサ。

【請求項17】 前記錘部は前記振動子の一部を収納するキャビティを有する請求項1～16の何れかに記載の加速度センサ。

【請求項18】 前記振動子は、単結晶の圧電体である請求項1～17の何れかに記載の加速度センサ。

【請求項19】 前記単結晶の圧電体は、リチウムナイオベイト(LiNbO<sub>3</sub>)のXカット板である請求項18に記載の加速度センサ。

【請求項20】 請求項1～19の何れかに記載の加速度センサと、配線パターンが形成されているベース及び該ベースに被冠されるキャップを有しており、前記加速度センサを内部に収納するパッケージとを備えることを特徴とする加速度センサ装置。

【請求項21】 前記パッケージ内に、前記電気信号に基づいて加速度を検出する検出回路を具備している請求項20に記載の加速度センサ装置。

【請求項22】 前記錘部の一部を前記パッケージで挟み込んでいる請求項20または21の何れかに記載の加速度センサ装置。

【請求項23】 前記錘部の一部及び前記振動子の一部を前記パッケージで挟み込んでいる請求項20または21の何れかに記載の加速度センサ装置。

【請求項24】 前記パッケージで挟み込まれる前記錘部の部分は、前記振動子を間にして前記重心位置と反対側の部分である請求項22または23の何れかに記載の加速度センサ装置。

【請求項25】 前記パッケージで挟み込まれる前記錘部の長さは、前記振動子の長さ以下である請求項22～24の何れかに記載の加速度センサ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、加速度を検出する加速度センサに関し、特に、加速度が加わった場合に生じる滑り振動により加速度を検出する加速度センサ、及び、この加速度センサをパッケージに収納した構成をなす加速度センサ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】加速度センサは、機器に取り付けられ、

その機器の加速度、振動を検出して機器の異常を監視している。例えば、ハードディスクドライブの振動、衝撃等によるデータの読み出し／書き込みエラーの防止、ビデオカメラにおける手振れの防止、車両のエアバックの作動等を図るために、加速度センサが利用されている。

【0003】加速度センサが設置される機器の小型化及び高性能化に伴って、小型で機器の表面への実装が可能となる高性能の加速度センサの開発が要求されている。このような小型の加速度センサとして、圧電素子を使用したものが従来から実用化されている。例えば、圧電単結晶の撓みを利用して加速度を検出する加速度センサ（特開平10-206456号公報、特開平11-211748号公報等）、圧電セラミックの撓みを利用して加速度を検出する加速度センサ（特開平6-273439号公報等）が開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述したような圧電単結晶の撓み、圧電セラミックの撓みを利用する加速度センサでは、撓みを大きくして応力を大きくすることによって、その検出感度の向上を実現できる。従って、高性能化を図るべく検出感度を向上させるためには、撓みが大きくなるように、その質量を大きくする必要があり、重量化、大型化を招いてしまうという問題がある。一方、圧電素子を厚くした場合には、撓みにくくなって、検出感度が低下するという問題がある。そこで、検出感度を向上させるために、圧電素子を薄くしたり、極薄の圧電素子を2枚張り合わせたりするような工夫が提案されているが、その製作工程が複雑であり、コストも高くなるという問題がある。

【0005】そこで、小型の構成にて感度良く加速度を検出できる加速度センサが、本発明と同一の出願人によって提案されている（特願平10-265055号）。この加速度センサは、振動子と、それに連なっており、振動子に自身を加えたものの重心位置と異なる位置で支持されている錘部とを備え、加速度が加えられた場合に錘部に発生する回転モーメントに応じた振動子の特徴量（滑り振動）を検出することによって、加えられた加速度の大きさを求める。本発明者等は、撓み振動ではなく滑り振動を検出するので高性能化のために振動子自身を大きくする必要がなく、小型の構成であってしかも検出感度が高いこのような加速度センサの開発、改善を進めている。

【0006】本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであって、特願平10-265055号に提案した加速度センサを改良したものであり、高性能を維持して更なる小型化及び低コスト化を図ることができる加速度センサを提供することを目的とする。

【0007】本発明の他の目的は、振動子の滑り振動の抑制を防止することができて検出性能の低下を招かないようにした加速度センサを提供することにある。

【0008】本発明の他の目的は、振動子と錘部との接続性の向上を図れる加速度センサを提供することにある。

【0009】本発明の更に他の目的は、このような加速度センサをその検出性能を劣化することなく効率良く収納することができるパッケージ構造を有する加速度センサ装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る加速度センサは、加速度を検出する加速度センサにおいて、電極を有しており、滑り振動が生じる振動子と、該振動子に連なっており、前記振動子にそれ自身を加えたものの重心位置と異なる位置で支持されている錘部とを備え、前記電極と導通されている配線パターンが前記錘部に形成されており、加速度が加わった場合に前記錘部に発生する支持点を中心とした回転モーメントを滑り振動として前記振動子で検出し、前記加速度に応じた電気信号を前記電極から前記配線パターンを介して出力するようにしたことを特徴とする。

【0011】請求項1の加速度センサにあっては、検出対象の加速度に応じた電気信号を取り出すための配線パターンが錘部に形成されており、錘部が信号検出用の基板を兼ねた構成である。よって、信号検出用の基板を新たに設ける必要がなく、構成を簡略化して、低コスト化を図れる。

【0012】請求項2に係る加速度センサは、請求項1において、前記振動子における滑り振動の検出部分が、複数部分に分割された前記電極にて分割されていることを特徴とする。

【0013】請求項2の加速度センサにあっては、振動子における滑り振動の検出部分を電極にて複数部分に分割している。よって、振動子の検出部分の分割を簡便に行え、コストの低減化を図れる。

【0014】請求項3に係る加速度センサは、請求項1において、前記振動子における滑り振動の検出部分が、複数部分に分割された前記電極及び該電極に連なる溝にて分割されていることを特徴とする。

【0015】請求項3の加速度センサにあっては、振動子における滑り振動の検出部分を溝形成によって複数部分に分割している。よって、振動子の検出部分の分割を確実に行えると共に、多数個の加速度センサを容易に製造できて低コスト化を図れる。

【0016】請求項4に係る加速度センサは、請求項3において、前記振動子は略直方体状をなし、前記溝の深さは、前記振動子の厚さの10%以上であることを特徴とする。

【0017】請求項4の加速度センサにあっては、溝形成によって振動子の検出部分を複数部分に分割する際に、その溝の深さを振動子の厚さの10%以上とする。よって、低コスト化だけでなく検出感度の向上も図れ

る。

【0018】請求項5に係る加速度センサは、請求項2～4の何れかにおいて、前記分割の位置は、前記滑り振動による電荷分布が実質的に零となる位置であることを特徴とする。

【0019】請求項5の加速度センサにあっては、錘部の回転モーメントが略零となる位置、即ち、振動個の滑り振動による電荷分布が略零となる位置で、振動子の検出部分を分割する。よって、低コスト化だけでなく検出感度の向上も図れる。

【0020】請求項6に係る加速度センサは、請求項1～5の何れかにおいて、前記振動子及び錘部は略直方体状をなし、前記振動子の加速度検出方向の長さ（幅）は、前記錘部の加速度検出方向の長さ（幅）以下であることを特徴とする。

【0021】請求項6の加速度センサにあっては、振動子の幅を錘部の幅以下とする。よって、検出対象の加速度と方向が異なる加速度が加えられた場合に生じる誤差信号（クロストーク）を低減して、S/Nの向上を図れる。

【0022】請求項7に係る加速度センサは、請求項1～6の何れかにおいて、前記錘部は略直方体状をなし、前記錘部は、前記振動子に連なる側の部分に比してその反対側の部分で、厚さ及び／または加速度検出方向の長さ（幅）が大きいことを特徴とする。

【0023】請求項7の加速度センサにあっては、錘部において、支持位置がある振動子側と反対側の部分の厚さを厚くするか及び／または幅を大きくする。よって、錘部の回転モーメントを大きくして、検出感度の向上を図れる。

【0024】請求項8に係る加速度センサは、請求項1～7の何れかにおいて、前記錘部は、材質が異なる複数の物体から構成されていることを特徴とする。

【0025】請求項8の加速度センサにあっては、材質が異なる複数の物体から錘部を構成する。よって、錘部の回転モーメントを大きくできるように、錘部の構成材を選択できて、検出感度の向上を図れる。

【0026】請求項9に係る加速度センサは、請求項8において、前記錘部は、前記振動子に連なる側の部分に比してその反対側の部分で、密度が高いことを特徴とする。

【0027】請求項9の加速度センサにあっては、振動子に連なる部分と反対側の部分は高い密度の材料を用いて錘部を構成する。よって、錘部の回転モーメントを大きくして、検出感度の向上を図れる。

【0028】請求項10に係る加速度センサは、請求項1～9の何れかにおいて、前記振動子は、前記錘部に異方性導電性接着剤で接着されていることを特徴とする。

【0029】請求項10の加速度センサにあっては、異方性導電性接着剤にて振動子と錘部とを接着する。よっ

て、必要な方向の導電性のみを実現できる。

【0030】請求項11に係る加速度センサは、請求項2～10の何れかにおいて、前記振動子の分割された電極の中の前記重心位置に近い方の電極から前記電気信号を取り出すことを特徴とする。

【0031】請求項11の加速度センサにあっては、振動子の分割された両電極の差分出力にて加速度を検出するのではなく、その分割された電極のうちの重心位置に近い方の電極での電気信号のみにて加速度を検出する。よって、検出回路のパターン形成が少なくなり、コストの低減化を図れる。

【0032】請求項12に係る加速度センサは、請求項1～11の何れかにおいて、前記錘部は略直方体状をなし、前記錘部の厚さが最も薄い部分が、前記振動子の位置より前記重心位置側でないことを特徴とする。

【0033】請求項12の加速度センサにあっては、錘部の厚さが最も薄い部分を、振動子上または振動子上から重心位置と反対側に突出した位置に設定する。よって、クロストークを低減して、S/Nの向上を図れる。

【0034】請求項13に係る加速度センサは、請求項3または4の何れかにおいて、前記錘部の前記溝に対向する位置に、前記溝の幅以上の幅を有する突部が形成されており、該突部によって前記溝が蓋されていることを特徴とする。

【0035】請求項13の加速度センサにあっては、錘部に形成された突部が溝の蓋の機能を果たす。この溝に何らかの物体が入っている場合には、加速度が加えられたときに、振動子の相反する滑り振動が抑制されて、検出性能が低下する。よって、この溝内は中空状態にしておくべきである。そこで、錘部の突部にて溝を蓋して溝内を中空状態とする。この突部によって溝が蓋されているので、振動子と錘部とを接続させるための接着剤が溝内に入ることが防止されて溝内が中空状態に維持される。なお、このような溝に対する蓋体として、粉体層、異方性導電膜等の他の薄膜状のものを使用しても同様の作用がある。

【0036】請求項14に係る加速度センサは、請求項3または4の何れかにおいて、前記振動子と前記錘部とは接着剤にて接着されており、前記接着剤よりヤング率が小さい充填材が前記溝に充填されていることを特徴とする。

【0037】請求項14の加速度センサにあっては、振動子と錘部との接続用の接着剤よりもヤング率が小さい材料からなる充填材が溝に充填されている。溝内が中空状態であれば、確かに滑り振動が抑制されることはない。しかしながら、中空状態を形成する工程は決して容易ではなく、また、この中空状態を維持しながら振動子と錘部とを接着剤にて接続させる処理も容易とは言えない。溝に何らかの充填材が充填されていても、その充填材の硬度が低い場合には、滑り振動は抑制されにくい。

そこで、振動子と錘部とを接続する接着剤よりもヤング率が小さい材料にて溝を充填する。このようにした場合、検出性能の劣化を極小に抑えて、振動子と錘部との接着剤による接続処理を容易に行える。

【0038】請求項15に係る加速度センサは、請求項3または4の何れかにおいて、前記溝の幅が、前記振動子の分割された前記各検出部分の幅よりも大きいことを特徴とする。

【0039】請求項15の加速度センサにあっては、振動子における溝の幅を、電極が形成されている各部分の幅よりも大きくする。よって、電極以外での接着面積が増えて、耐衝撃性が向上する。

【0040】請求項16に係る加速度センサは、請求項1～15の何れかにおいて、前記振動子と前記錘部とは接着剤にて接着されており、この接着面の面積が、前記電極及び／または前記配線パターンの面積より大きいことを特徴とする。

【0041】請求項16の加速度センサにあっては、振動子と錘部との接着面積よりも振動子の電極及び／または錘部の配線パターンの面積が小さい。よって、この電極及び／または配線パターンが接着剤となじまない場合であっても、これら以外の部分で接着できるので接着強度は高い。

【0042】請求項17に係る加速度センサは、請求項1～16の何れかにおいて、前記錘部は前記振動子の一部を収納するキャビティを有することを特徴とする。

【0043】請求項17の加速度センサにあっては、振動子に連なっている錘部の領域がキャビティ構造となっている。このようなキャビティ構造を有しておくことにより、検出感度の向上を図るべく振動子に連なる部分を薄くした場合であっても、加速度が加わったときに錘部がよじれることがなく、クロストークの増大を抑制できる。

【0044】請求項18に係る加速度センサは、請求項1～17の何れかにおいて、前記振動子は、単結晶の圧電体であることを特徴とする。

【0045】請求項18の加速度センサにあっては、振動子に単結晶の圧電体を用いる。よって、クロストークを低減して、S/Nの向上を図れる。

【0046】請求項19に係る加速度センサは、請求項18において、前記単結晶の圧電体は、リチウムナイオベイト(LiNbO<sub>3</sub>)のXカット板であることを特徴とする。

【0047】請求項19の加速度センサにあっては、振動子としてLiNbO<sub>3</sub>のXカット板を用いる。よって、LiNbO<sub>3</sub>のXカット板は厚み方向の電気機械結合がなく、クロストークを低減して、S/Nの向上を図れる。

【0048】請求項20に係る加速度センサ装置は、請求項1～19の何れかに記載の加速度センサと、配線バ

ターンが形成されているベース及び該ベースに被覆されるキャップを有しており、前記加速度センサを内部に収納するパッケージとを備えることを特徴とする。

【0049】請求項20の加速度センサ装置にあっては、配線パターンが形成されているベース及びキャップを有するパッケージで加速度センサを内部に収納している。よって、加速度センサの収納処理を容易に行えると共に、電気信号の引き出し回路を容易に構成できる。

【0050】請求項21に係る加速度センサ装置は、請求項20において、前記パッケージ内に、前記電気信号に基づいて加速度を検出する検出回路を具備していることを特徴とする。

【0051】請求項21の加速度センサ装置にあっては、電気信号に基づいて加速度を検出する検出回路を加速度センサと共にパッケージ内に格納する。よって、S/Nの向上を図れる。

【0052】請求項22に係る加速度センサ装置は、請求項20または21の何れかにおいて、前記錘部の一部を前記パッケージで挟み込んでいることを特徴とする。

【0053】請求項22の加速度センサ装置にあっては、錘部の一部がパッケージで挟み込まれている。よって、錘部とパッケージとの電氣的導通を容易に取ることができると共に、装置の小型化を図れる。

【0054】請求項23に係る加速度センサ装置は、請求項20または21の何れかにおいて、前記錘部の一部及び前記振動子の一部を前記パッケージで挟み込んでいることを特徴とする。

【0055】請求項23の加速度センサ装置にあっては、錘部の一部及び振動子の一部がパッケージで挟み込まれている。よって、錘部及び振動子とパッケージとの電氣的導通を容易に取ることができると共に、装置の小型化を図れる。

【0056】請求項24に係る加速度センサ装置は、請求項22または23の何れかにおいて、前記パッケージで挟み込まれる前記錘部の部分は、前記振動子を間にして前記重心位置と反対側の部分であることを特徴とする。

【0057】請求項24の加速度センサ装置にあっては、振動子を間にして振動子及び錘部の重心位置と反対側の部分がパッケージで挟み込まれている。よって、パッケージで挟み込まれていても、その挟み込み部分は加速度が作用する重心位置から離れており、検出感度が低下することはない。

【0058】請求項25に係る加速度センサ装置は、請求項22～24の何れかにおいて、前記パッケージで挟み込まれる前記錘部の長さは、前記振動子の長さ以下であることを特徴とする。

【0059】請求項25の加速度センサ装置にあっては、パッケージで挟み込まれる錘部の長さを、振動子の長さ以下とする。よって、検出感度の向上を図れる。

【0060】

【発明の実施の形態】まず、本発明の加速度センサの検出原理について説明する。図1は、その検出原理を示す説明図である。本発明の加速度センサは、振動子100とこれに連なる錘部200と検知部300とを有する。錘部200は支持点Sで支持されており、この支持点Sの位置は、振動子100及び錘部200の重心Gの位置と異なっている。このような加速度センサが一方向の加速度（図1白抜矢符方向）を受けた場合、支持点Sを中心とした回転モーメント（図1矢符A、大きさ $MLa$ （但し、 $M$ ：錘部200の質量、 $L$ ：支持点Sから錘部200の重心までの距離、 $a$ ：加えられた加速度））が生じる。この回転モーメントによって振動子100に滑り振動（図1矢符B）が発生する。検知部300はこのような回転モーメントに応じた滑り振動に伴う信号を検知する。回転モーメントの大きさは、検出対象の加速度の大きさに比例するので、この信号を検知することによって、加速度を検出できる。

【0061】次に、本発明の加速度センサの実施の形態について説明する。

（第1実施の形態）図2は本発明の第1実施の形態による加速度センサ10の構成を示す斜視図、図3はその加速度センサ10の振動子1の斜視図、図4はその加速度センサ10の錘部2の斜視図である。加速度センサ10は、例えば $165^\circ Y$ 、 $\theta = 39^\circ$ の $LiNbO_3$ 製の単結晶圧電体からなる直方体状の振動子1（長さ $L_1$ ：1.3mm、幅 $W_1$ ：2.5mm、厚さ $T_1$ ：0.5mm）と、アルミナ製の直方体状の錘部2（長さ $L_2$ ：5.8mm、幅 $W_2$ ：2.5mm、厚さ $T_2$ ：0.5mm、密度 $\rho$ ：約 $7.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ）とを有す

る。【0062】図3に示すように、振動子1の表面（錘部との接着側の面）には、その長手方向に略2分割された電極1a、1aが形成されている。また、図4に示すように、錘部2の裏面には、電極1a、1aに対向する位置に配線パターン2a、2aが形成されており、この配線パターン2a、2aは錘部2の表面の一部域まで延在した状態で設けられている。

【0063】振動子1は錘部2の基端部に、電極1a、1aと配線パターン2a、2aとが対向するように接着された状態で、連なっている。図5は、この接着過程を示す模式図である。接着剤3にて、電極1a、1aと配線パターン2a、2aとが導通するように接着されており、また、加速度検出時には、図5に示すように、振動子1の裏面が加速度検出対象である被検体4に接着剤3で接着される。振動子1と錘部2、及び、振動子1と被検体4との電気的接続を容易に行えるように、接着剤3として導電性接着剤を用いる。

【0064】この導電性接着剤としては、異方性導電性接着剤が好ましい。異方性導電性接着剤は、一方向にの

み導電性を有して他の方向には絶縁性を維持する。よって、本発明の加速度センサ10にこの異方性導電性接着剤を用いて、その厚さ方向（図5の上下方向）にのみ導電性を発揮できるようにする。従って、振動子1の分割された電極1a、1a同士が短絡接続することを防止でき、分割された電極1a、1aとそれに対応する配線パターン2a、2aとの電気的接続が確実かつ容易になされ、その電気的接続の信頼性を向上できる。また、異方性導電性接着剤は振動子1の分割された電極1a、1a上に一様に塗布することができるので、作製の向上、接着強度の向上も可能である。

【0065】次に、このような構成の加速度センサ10における加速度の検出動作について説明する。図6は、検出回路の一例を示す図である。配線パターン2a、2a（図6には図示せず）を介して、電極1a、1aにその入力端子が接続されている差動増幅器5が設けられている。

【0066】被検体4に接着された加速度センサ10にあって、一方向（その幅方向）の加速度（図2白抜矢符方向）を受けると、錘部2の重心と支持点との位置ずれによって支持点を中心とした回転モーメントが錘部2に生じ、振動子1の両分割領域に幅方向での異なる向きの滑り振動が発生する。そして、この滑り振動に伴う電圧を両電極1a、1aから取り出し、その電位差を差動増幅器5を介して増幅検知することにより、加速度を検出する。

【0067】このような加速度センサでは、錘部2が信号検出基板を兼ねているので、低コスト化を図れる。また、錘部2によって振動子1の電極1a、1aが隠れることになるが、これらに導通する配線パターン2a、2aを錘部2の表面まで延在させて形成しているため、検出信号を取り出しやすくしている。

【0068】このような加速度センサ10では、一度に多数個の振動子1を作製することが可能である。つまり、1枚の圧電単結晶ウェハに2列の電極をパターン形成した後、そのウェハから例えばダイシング等により複数の振動子1を容易に切り出すことができる。なお、電極パターンの形成方法としては、例えば、スクリーン印刷法、スパッタリング法、メッキ法、エッチング法等を利用できる。このように、実施の形態1では、作製工程が容易であり、大幅なコスト低減を図ることができる。

【0069】なお、上述した例では、電極1a、1aの分割面が表面側（錘部2側）に形成されている場合について説明したが、その分割面が反対の裏面側に形成されている場合についても同様であり、検出特性にあっては違いがないことは勿論である。

【0070】検出対象の加速度の方向（振動子1の幅方向）以外の方向（振動子1の厚さ方向または長手方向）の加速度が加えられた場合、振動子1の歪み程度によって不要な出力電圧が発生することがあり、これがクロス



トークであってS/N劣化の大きな原因となる。

【0071】クロストークを低減して、S/Nの向上を図るためには、振動子1の圧電単結晶としては、LiNbO<sub>3</sub>のXカット板を使用することが好ましい。クロストークは、例えば振動子1の厚さ方向に検出対象外の加速度が加えられた場合、厚さ方向の電気機械結合により発生する電荷が主な原因である。LiNbO<sub>3</sub>のXカット板は厚さ方向における電気機械結合がないので、幅方向の加速度を検出する本発明の加速度センサ10においては、LiNbO<sub>3</sub>のXカット板を用いることにより、クロストークを大幅に低減できて良好なS/Nを達成できる。

【0072】(第2実施の形態) 図7は本発明の第2実施の形態による加速度センサ10の構成を示す斜視図、図8はその加速度センサ10の振動子1の斜視図である。この第2実施の形態では、電極1a、1aによる分割だけでなく、振動子1に溝1b(深さD:0.05mm)を設けて、検出部分の分割を確実なものにしている。第2実施の形態の振動子1は、この溝1bが形成されている点を除いて、他の形状、材質は第1実施の形態のものと同様である。また、錘部2は、第1実施の形態のものと同様である。

【0073】このような加速度センサ10でも、一度に多数個の振動子1を作製することが可能である。つまり、スクリーン印刷法、スパッタリング法、メッキ法等にて1枚の圧電単結晶ウェハの表面全域に電極をパターン形成した後、例えばダイシング、エッチング、サンドブラスト等によって、電極1a、1aが形成され溝1bが設けられた複数の振動子1を容易に作製することができる。ここで各振動子1の切り出し及び検出部分の分割を最初にプログラミングしておくことにより、全く自動的に多数の振動子1を作製でき、大幅なコスト低減を図れる。

【0074】なお、上述した例では、溝1bが表面側(錘部2側)に設けられている場合について説明したが、その溝1bが反対の裏面側に形成されている場合についても同様であり、検出特性にあっては違いがないことは言うまでもない。

【0075】次に、この溝1bの深さDと振動子1の厚さT<sub>1</sub>との関係について説明する。図9は、シミュレーション結果に基づく、溝1bの深さDの振動子1の厚さT<sub>1</sub>に対する比D/T<sub>1</sub>(横軸)と出力電圧の規格化値(対数目盛、縦軸)との関係を示すグラフである。ここで、この出力電圧が検出感度に等価であることは勿論である。比D/T<sub>1</sub>が“0.1”になるまでは出力電圧が急激に立ち上がり、その後比D/T<sub>1</sub>が大きくなるにつれて出力電圧は緩やかに増加することが、図9の結果から分かる。よって、十分な検出感度を得るためには、比D/T<sub>1</sub>が0.1以上となるような深さDを持つ溝1bを設ける必要がある。

【0076】検出感度の点から考えた場合には、2個の圧電振動子を並べて設けることが最も有効であるが、この場合には作製コストが高むという大きな問題がある。この第2実施の形態では、溝1bの深さDを上記のように限定(振動子1の厚さT<sub>1</sub>の0.1倍以上)することにより、2個の圧電振動子を並設する場合と同程度の高い検出感度を持つことができ、コスト低減及び感度向上を両立できる。

【0077】(第3実施の形態) 次に、第1、第2実施の形態における検出部分の分割位置について考察する。本発明の加速度センサ10では、2つの検出部分での滑り方向は、錘部2の支持点(回転中心)を境界にして相反する。つまり、そこを境にして発生電荷ひいては出力電圧の極性が相反する。

【0078】図10は、加速度センサ10に幅方向の加速度が加わった場合のシミュレーション結果に基づく、振動子1の長手方向の位置(横軸)と振動子1の加振方向の変位(縦軸)との関係を示すグラフである。この場合に使用した振動子1は、165°Y、θ=39°のLiNbO<sub>3</sub>製、長さL<sub>1</sub>:1.3mm、幅W<sub>1</sub>:1.0mm、厚さT<sub>1</sub>:0.5mmの条件を満たし、一方、錘部2としては第1、第2実施の形態と同様のものを使用した。なお、図10の横軸にあって、数値“0”は振動子1の長手方向中央を示しており、また、錘部2の重心に近づく向きを正として長手方向の位置を示している。

【0079】振動子1の表面での変位が、振動子1の長手方向中央(“0”の位置)を中心とした対称形状になっていないことが、図10の結果から分かる。従って、長手方向中央にて分割した場合には、長手方向の負側領域では発生電荷が打ち消されて出力電圧が低下することになる。よって、変位が“0”となる点、つまり錘部2の回転モーメントが“0”となる点、同様に発生電荷が“0”となる点を通して分割するようにした場合に、効率良く相反する出力電圧が得られることとなり、この結果、検出感度も向上する。

【0080】図10に示す例では、変位が“0”となる長手方向の位置は-0.2mmであり、この位置(長手方向中央から錘部2の重心側に0.2mmだけ遠ざかった位置)にて分割することにより、高い検出感度を実現できる。なお、この分割位置を示す数値は一例であり、振動子1及び錘部2の条件が変化した場合には、その振動子1の分割位置も変動することは当然である。

【0081】第3実施の形態では、このように電荷分布が略零となる位置、言い換えると、回転モーメントが略零となる位置にて、振動子1の検出部分を分割するようにしたので、高い検出感度を持つことができ、コスト低減及び感度向上を両立できる。

【0082】(第4実施の形態) 次に、本発明の加速度センサ10における振動子1の幅W<sub>1</sub>と錘部2の幅W<sub>2</sub>との関係について考察する。

【0083】図11は、加速度センサ10に検出対象外である厚さ方向の加速度が加わった場合のシミュレーション結果に基づく、振動子1の幅 $W_1$ の錘部2の幅 $W_2$ に対する比 $W_1/W_2$ （横軸）とクロストーク（縦軸）との関係を示すグラフである。この場合に使用した振動子1は、 $165^\circ\text{Y}$ 、 $\theta=20^\circ$ の $\text{LiNbO}_3$ 製、長さ $L_1:1.3\text{mm}$ 、厚さ $T_1:0.5\text{mm}$ の条件を満たし、一方、錘部2としては第1、第2実施の形態と同様のものを使用し、振動子1の幅 $W_1$ を変化させて比 $W_1/W_2$ を変動させた。

【0084】比 $W_1/W_2$ が増加するにつれて、クロストークも増加し、特に、比 $W_1/W_2$ が“1”を超えると、つまり、振動子1の幅 $W_1$ が錘部2の幅 $W_2$ より大きくなった場合には、急激にクロストークが増加することが、図11の結果から分かる。従って、振動子1の幅 $W_1$ を錘部2の幅 $W_2$ より大きくした場合には、クロストークが所望の検出信号以上となってしまう、幅方向の正確な加速度を検出できないことになる。よって、第4実施の形態の加速度センサ10では、クロストークを低減して良好な $S/N$ を達成できるように、振動子1の幅 $W_1$ を錘部2の幅 $W_2$ 以下と設定する。

【0085】（第5実施の形態）本発明の加速度センサ10では、錘部2の支持点からその重心までの距離が長いほど、また、錘部2の質量が大きいくほど、錘部2の回転モーメントは大きくなって検出感度が向上する。図12は本発明の第5実施の形態による加速度センサ10の構成を示す斜視図である。

【0086】この加速度センサ10では、錘部2の厚さが均一ではなく、振動子1側（基端側）の略半分の部分の厚さ（ $T_{2A}:0.5\text{mm}$ ）より、反対側（先端側）の残り略半分の部分の厚さ（ $T_{2B}:1.5\text{mm}$ ）が厚くなっている。このように、基端側部分に比して先端側部分の厚さを厚くすることにより、支持点から重心までの距離を長くし、かつ、全体の質量を大きくして、検出感度の向上を実現する。

【0087】なお、図12に示す例では、表側及び裏側の何れかの方向にも厚くしているが、表側または裏側の何れかの方向にのみ厚くしても良いことは言うまでもない。

【0088】また、上記例では、錘部2の先端側部分の厚さを厚くする場合について説明したが、その先端側部分の幅が基端側部分に比べて大きいような構成の錘部2を使用した場合においても、同様の効果を奏することは勿論である。

【0089】（第6実施の形態）本発明の加速度センサ10では、第5実施の形態でも説明したように、錘部2の支持点からその重心までの距離を長くする、また、錘部2の質量を大きくすることにより、その距離と質量との積に比例する錘部2の回転モーメントを大きくできて、検出感度を向上できる。そこで、第6実施の形態で

は、密度が異なる複数の材料を用いて錘部2を構成することとし、振動子1側の部分（基端側部分）は低密度の材料で構成し、それと反対側の部分（先端側部分）は高密度の材料で構成するようにする。例えば、基端側部分は配線パターン2a、2aを形成し易いアルミナ（密度：約 $7.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ）で構成し、先端側部分は高密度で成形し易いモリブデン（密度：約 $1.9 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$ ）、タングステン（密度：約 $1.0 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$ ）等で構成することが可能である。

【0090】（第6実施の形態：第1例）図13は、第6実施の形態の第1例による加速度センサ10の構成を示す斜視図である。信号検出用基板を兼ねる第1、第2実施の形態と同様のアルミナ製の第1錘体21と、その第1錘体21の先端側部分の表面及び裏面に設けられたモリブデン製の第2錘体22、22とにて、この加速度センサ10の錘部2が構成されている。

【0091】錘部2をこのように構成することにより、その先端側部分の密度（ $\rho_A$ ）がその基端側部分の密度（ $\rho_B$ ）より大きくなり（ $\rho_A > \rho_B$ ）、錘部2の回転モーメントを大きくして検出感度のより一層の向上を図れる。

【0092】なお、図13に示す例では、第1錘体21の表面及び裏面の何れにも第2錘体22、22を設けているが、その表面または裏面の何れかの面にのみ第2錘体22を形成しても良いことは言うまでもない。また、図13に示す例では、第1錘体21と第2錘体22とを同じ幅としているが、第2錘体22の幅を第1錘体21の幅よりも大きくして、回転モーメントをより大きくするようにすることも可能である。

【0093】（第6実施の形態：第2例、第3例）図14（a）、（b）は、第6実施の形態の第2例による加速度センサ10の錘部2を示す斜視図、断面図、図15（a）、（b）は、第6実施の形態の第3例による加速度センサ10の錘部2を示す斜視図、断面図である。この第2例及び第3例は、錘部2の回転モーメントを第1例より更に大きくできるようにしたものである。

【0094】第2例では、第1錘体21の先端側部分の表面側に、その一部を第1錘体21の溝部21aに埋め込ませた態様で第2錘体22を設けて、錘部2が構成されている。なお、図14（a）、（b）に示す例では、第1錘体21の片面側にのみ第2錘体22を設けているが、その両面に設けるようにしても良い。第3例では、第1錘体21の先端側部分に形成された孔21bに第2錘体22を嵌め込んで、錘部2が構成されている。

【0095】第1錘体21に第2錘体22を埋め込ませた第2例、第1錘体21に第2錘体22を嵌め込ませた第3例は、耐衝撃性が良好であり、大きな衝撃が加わる可能性が高い車両等への利用に適している。

【0096】（第6実施の形態：第4例、第5例）図16（a）、（b）は、第6実施の形態の第4例による加

速度センサ10の錘部2を示す斜視図、断面図、図17(a)、(b)は、第6実施の形態の第5例による加速度センサ10の錘部2を示す斜視図、断面図である。この第4例、第5例の錘部2は、基端側の第1錘体21と先端側の第2錘体22とを嵌め合わせた構成をなす。第4例では、その嵌め合い領域が表面側の第2錘体22と裏面側の第1錘体21との2層構成をなし、第5例では、その嵌め合い領域が表面側及び裏面側の第1錘体21と中央部の第2錘体22との3層構成をなしている。

【0097】この第4例、第5例にあって、第1錘体21の重心が振動子1上に位置するように構成した場合、振動子1に第1錘体21を異方性導電性接着剤等で接着する際に、第1錘体21が自重によって垂れ下がることがないので、接着処理を容易に行える。また、第2錘体22の重心が嵌め合い領域に位置するように構成した場合、第2錘体22を第1錘体21に接着剤等で接着する際に、第2錘体21が自重によって垂れ下がることがないので、その接着処理を容易に行える。

【0098】(第7実施の形態：第1例、第2例)図18は、第7実施の形態の第1例による錘部2と振動子1、振動子1と被検体4との接続過程を示す模式図である。この第1例では、半田、金等のバンプ31を用いて、錘部2と振動子1、及び、振動子1と被検体4とを電気的に接続する。図19は、第7実施の形態の第2例による錘部2と振動子1、振動子1と被検体4との接続過程を示す模式図である。この第2例では、クリーム半田32により、錘部2と振動子1、及び、振動子1と被検体4とを電気的に接続する。このような第1例、第2例では、樹脂性接着剤で生じる樹脂部分での伝達エネルギーのロスを軽減することができ、作製性の向上及び検出感度の向上を図ることができる。

【0099】(第8実施の形態)図20は、第8実施の形態による加速度センサ10を示す斜視図である。第8実施の形態では、錘部2の配線パターン2a、2aから信号検出回路(図示せず)に信号線を引き出す場合に、FPC(フレキシブルプリントコネクタ)33を用いる。FPC33を用いることにより、信号線引き出しを容易に行うことができるので、大幅なコスト低減が可能である。なお、FPC33の代わりに、リボン、ワイヤ等によるボンディングにて結線を行うようにしても良い。

【0100】(第9実施の形態：第1例、第2例)図21は、第9実施の形態の第1例による加速度センサ10と検出回路基板との接続状態を示す図である。錘部2の配線パターン2a、2aと検出回路基板とはワイヤ34、34にて接続されており、この結線部分をシリコン等の樹脂35でコーティングしている。また、図22は、第9実施の形態の第2例による加速度センサ10と検出回路基板との接続状態を示す図である。第1例と同様にワイヤ34、34による結線部分が樹脂35でコー

ティングされているだけでなく、振動子1を含めて錘部2の支持部分全体をシリコン等の樹脂35でコーティングしている。

【0101】第9実施の形態では、このような樹脂コーティングにより、外部からの大きな衝撃による断線等の事故を防止して、信頼性の向上を図る。また、第2例では、回転モーメントの抑制を招くことなく、錘部2と接触子1との剥離、及び、接触子1と被検体4との剥離を防止できる。なお、ワイヤボンディングの例について説明したが、リボンボンディング、FPCを用いる場合にも、この樹脂コーティングが有効であることは勿論である。

【0102】ここで、本発明の加速度センサ10の作製工程について簡単に説明する。図23は、本発明の加速度センサ10を複数個一度に作製する工程を示す模式図である。振動子1の分割された電極1a、1aとなる2列の電極41a、41aが表面にパターン形成された長尺の圧電単結晶体41に、錘部2の配線パターン2aとなる複数の配線パターン42aがその表裏面に形成されたアルミナ板42を、配線パターン42aが電極41a、41aに対向するように位置決めして(図23(a))、圧電単結晶体41とアルミナ板42とを異方性導電性接着剤にて接着する(図23(b))。次に、この接着構造体を、各センサ毎にダイシング等にて切り離して、複数の加速度センサ10を作製する(図23(c))。

【0103】このような作製工程では、一度に多数の加速度センサ10を容易に作製することができ、工程数の大幅な削減が可能であり、コストの低減化も実現できる。

【0104】(第10実施の形態)図24は本発明の第10実施の形態による加速度センサ10の構成を示す斜視図、図25はその加速度センサ10の振動子1の斜視図、図26はその加速度センサ10の錘部2の斜視図である。第10実施の形態では、第2実施の形態と同様に、電極1a、1aだけでなく溝1bにより、振動子1の検出部分の分割を行っている。また、この分割位置は、振動子1の長手方向中央ではなく、その中央より錘部2の先端側に少しずれており、先端側の電極1aは基端側の電極1aに比べて長さが短い。なお、この溝1bの深さによる作用、効果は第2実施の形態と同様である。

【0105】上述した各実施の形態では、振動子1の電極1a、1aに対向する錘部2の2箇所配線パターン2a、2aが設けられているが、第10実施の形態では、先端側の電極1aに対向する位置にのみ配線パターン2aが錘部2の表面の一部域まで延在した態様で設けられており、基端側の電極1aに対向する位置には配線パターン2aが設けられていない。

【0106】上述した各実施の形態では、両電極1a、

1 a からの出力電圧の差（差動出力）に基づいて加速度を検出しているが、第 10 実施の形態では、先端側の電極 1 a の出力電圧（一出力）のみから加速度を検出する。図 27 (a), (b) は、第 10 実施の形態における検出回路の一例を示す図である。FET 51, 前置増幅器 52 を用いて、先端側の電極 1 a の出力電圧を増幅して加速度を検出する。

【0107】図 28 は、シミュレーション結果及び実測に基づく、差動出力と一出力の場合における分割位置（横軸）と出力電圧の規格化値及びクロストーク（縦軸）との関係を示すグラフである。横軸は、規格化分割位置を示しており、“1” は振動子 1 の先端位置、“0” はその基端位置に対応し、振動子 1 の長手方向中央は“0.5”となる。実線 a, 実線 b は差動出力、一出力の夫々の場合における規格化出力電圧の推移を表し、破線 c, 破線 d は差動出力、一出力の夫々の場合におけるクロストークの推移を表し、●は一出力の場合における規格化出力電圧の実測値を表す。

【0108】クロストークについては、差動出力の場合も一出力の場合にも、振動子 1 の検出部分を 2 分割したとき（規格化分割位置が“0.5”）に、最も小さくなる。検出される出力電圧については、一出力の場合に、分割位置を先端位置に近づければ近づけるほど、差動出力の場合に近くなっていき、同程度の検出感度が得られるようになることが分かる。例えば、振動子 1 を均等に分割したときの差動出力と同程度以上の検出感度を一出力にて得たい場合には、“0.65”以上の規格化分割位置にて振動子 1 を分割すれば良い。また、クロストークも考慮してその数値を 5% 以下とした場合、“0.75”以下の規格化分割位置にて振動子 1 を分割すれば

【0109】なお、第 2 実施の形態と同様、上述した例では、溝 1 b が表面側（錘部 2 側）に設けられている場合について説明したが、その溝 1 b が反対の裏面側に形成されている場合についても同様であり、検出特性にあっては違いがないことは言うまでもない。また、第 1 実施の形態のように、溝 1 b を形成せず、電極 1 a, 1 a のみによって分割がなされる場合にあっては、先端側の 1 個の電極 1 a からの一出力により加速度を検出できることは勿論である。

【0110】このように第 10 実施の形態では、一方の電極 1 a のみからの出力電圧によって、差動出力による検出と同感度で加速度を検出することができ、回路規模を小型化できて、大幅な低コスト化が可能である。

【0111】（第 11 実施の形態：第 1 例、第 2 例）図 29 は本発明の第 11 実施の形態の第 1 例による加速度センサ 10 の構成を示す斜視図である。この第 1 例の加速度センサ 10 の錘部 2 は、第 6 実施の形態と同様に、アルミナ製の第 1 錘体 2 1 とモリブデン製の第 2 錘体 2 2, 2 2 とにて構成されている。信号検出基板を兼ねる

第 1 錘体 2 1 の表面には、その先端から振動子 1 上に少しかかる位置まで第 2 錘体 2 2 が設けられ、第 1 錘体 2 1 の裏面には、その先端から振動子 1 の少し手前まで第 2 錘体 2 2 が設けられている。なお、表面側の第 2 錘体 2 2 が第 1 錘体 2 1 と同程度の長さを有していても良い。

【0112】図 30 は本発明の第 11 実施の形態の第 2 例による加速度センサ 10 の構成を示す斜視図である。この第 2 例の加速度センサ 10 の錘部 2 は、第 6 実施の形態と同様に、信号検出基板を兼ねるアルミナ製の第 1 錘体 2 1 とモリブデン製の第 2 錘体 2 2, 2 2 とにて構成されている。第 1 錘体 2 1 の振動子 1 上の先端から中央に至る部分は他の部分に比べて厚さが厚い大厚部 2 1 c となっており、第 1 錘体 2 1 の表面には、その先端から大厚部 2 1 c に突き当たるまで第 2 錘体 2 2 が設けられ、第 1 錘体 2 1 の裏面には振動子 1 の少し手前まで第 2 錘体 2 2 が設けられている。なお、第 1 錘体 2 1 の大厚部 2 1 c が振動子 1 上の全域にかかるようにしても良い。

【0113】この第 1 例及び第 2 例は何れも、錘部 2 の最も薄い部分が振動子 1 上に位置している。錘部 2 の最も薄い部分が振動子 1 上以外の先端側に位置している構成では、検出対象外である厚さ方向の加速度が加わった場合、その最も薄い部分で共振が生じて、大きなクロストークが発生する。これに対して、第 11 実施の形態では錘部 2 の最も薄い部分が振動子 1 上に支持固定されているので、厚さ方向の加速度が加わっても共振が生じず、クロストークは小さい。本発明者等の実験によれば、厚さ方向の加速度が加わった際に、最も薄い部分が振動子 1 上以外にある構成では 50% 以上のクロストークが発生し、最も薄い部分が振動子 1 上にある第 11 実施の形態では 5% 以下のクロストークしか発生しないことが確認されている。

【0114】なお、上述した例では、錘部 2 の最も薄い部分が振動子 1 上に位置している場合について説明したが、この最も薄い部分が振動子 1 上より先端側に位置していなければ良いので、錘部 2 が振動子 1 上から更に基端側に延在していて、その延在部が最も薄い部分となっているような構成であっても、上述した例と同様の作用、効果を奏する。

【0115】（第 12 実施の形態）図 31 は本発明の第 12 実施の形態による加速度センサ 10 の構成を示す斜視図、図 32 (a), (b), (c) は、第 12 実施の形態による加速度センサ 10 の錘部 2 の表面図、断面図、裏面図である。この第 12 実施の形態の錘部 2 では、その表面及び裏面に、電極 1 a, 1 a に対向する位置に配線パターン 2 a, 2 a, 2 a, 2 a が形成されており、表面の配線パターン 2 a と裏面の配線パターン 2 a とはスルーホール 5 3 により電気的に導通されている。裏面の配線パターン 2 a, 2 a と電極 1 a, 1 a と

が接着しており、電極1a、1aで得られる出力電圧を、裏面の配線パターン2a、2a、スルーホール53、表面の配線パターン2a、2aを介して取り出すようにしている。

【0116】ところで上述したような本発明の加速度センサにあっては、振動子1における滑り振動の検出部分が複数部分に分割されていて溝1bが形成されているが、この溝1b内は中空状態としている。これは、この溝1bに比較的硬質の物体が入っている場合、加速度が加えられたときに生じる振動子1の相反する滑り振動が抑制されて、検出性能が低下するからである。振動子1と錘部2とは、前述したように、異方性導電性接着剤等の接着剤にて導通を取りながら接続させるが、接着剤が溝1bに入り込んでしまって溝1bが接着剤で充填される可能性がある。よって、溝1b内を中空状態に維持しておくためには、何らかの工夫が必要である。以下、この工夫の具体的な例（第13～第16の実施の形態）について説明する。

【0117】（第13実施の形態）図33は、第13実施の形態による加速度センサの作製工程を示す断面図である。振動子1に形成された溝1bに、粉体をアルコール等の揮発性溶媒に溶かし込んだ材料81を、へらまたはスキージですり込む（図33（a））。粉体として、テフロン（登録商標）粉、ガラスマイクロバルーン等のような比較的粒径が大きな材料を使用可能である。その後乾燥させて、溶媒（アルコール等）を蒸発させることにより、粉体層82を形成する（図33（b））。そして、電極1aと配線パターン1bとが電気的に導通するように、異方性導電性接着剤等の接着剤83にて、振動子1と錘部2とを接着する（図33（c））。

【0118】溝1bの上側（錘部2側）には粉体層82が形成されているので、これが蓋の機能を果たして、接着剤83が溝1b内に侵入することを防止できて、溝1b内を中空状態に維持できる。従って、振動子1の滑り振動が抑制されることはなく、検出性能の低下を招かない。

【0119】（第14実施の形態）図34は、第14実施の形態による加速度センサの振動子と錘部との接着状態を示す断面図である。電極1aと配線パターン1bとが電気的に導通されるように、振動子1と錘部2とは、異方性導電膜84にて接着されている。よって、接着剤を使用しないので、接着剤が溝1b内に垂れ込むことはなく、溝1b内を容易に中空状態に維持でき、振動子1の滑り振動が抑制されず、検出性能の低下を招かない。また、異方性導電膜84を使用するので、厚さ方向にのみ導電性を発揮でき、電極1a、1a間の絶縁性も高い。

【0120】（第15実施の形態）図35は、第15実施の形態による加速度センサの作製工程を示す断面図である。振動子1に形成された溝1b内に、ダミーの構造

体85を挿入する（図35（a））。構造体85としては、テフロン等の溝1b形状に略一致した板材、各種レジスト材、ロウ材、熱可塑性の樹脂等を使用できる。次に、異方性導電性接着剤等の接着剤83にて、電極1aと配線パターン2aとが電気的に導通するように振動子と錘部2とを接着する（図35（b））。その後、構造体85を抜き取る（図35（c））。

【0121】この例でも、接着剤83が溝1b内に侵入することを防止できて、溝1b内を中空状態に維持できる。従って、振動子1の滑り振動が抑制されることはなく、検出性能の低下を招かない。

【0122】（第16実施の形態）図36は、第16実施の形態による加速度センサの作製工程を示す斜視図及び断面図である。錘部2の振動子1との接続面であって溝1bに対応する位置に、溝1bの幅kと略等しいかそれ以上の幅Kを有する突部86を形成する（図36（a））。

突部86としては、電極1a、1aに接触する場合には絶縁物であるセラミックス、樹脂等の構造物を使用でき、接触しない場合には導電性の接着剤、金属等を使用しても良い。この突部86の両側に、エポキシ接着剤、異方性導電性接着剤等の接着剤83を塗布する（図36（b））。突部86を溝1bに位置合わせした状態で、錘部2を振動子1に被せて（図36（c））、電極1aと配線パターン2aとが電気的に導通するように振動子1と錘部2とを接着する（図36（d））。

【0123】溝1bの上側（錘部2側）に突部86が被さっているので、この突部86が蓋の機能を果たして、接着剤83が溝1b内に侵入することを防止できて、溝1b内を中空状態に維持できる。従って、振動子1の滑り振動が抑制されることはなく、検出性能の低下を招かない。

【0124】また、突部86の形状を角型としたが、他の形状の突部86であっても良い。図37は、第16実施の形態の他の例を示す斜視図であり、図37（a）はテーパ型の突部86を形成した例を示し、図37（b）は丸型の突部86を形成した例を示す。

【0125】なお、錘部2に突部86を形成する場合について説明したが、予め溝1bに対向する位置が突部となっている錘部2を用いるようにしても全く同様に行えることは勿論である。

【0126】（第17実施の形態）図38は、第17実施の形態による加速度センサの振動子と錘部との接着状態を示す断面図である。電極1aと配線パターン2aとが導通される態様で異方性導電性接着剤等の接着剤83にて振動子1と錘部2とが接着されているが、この接着剤83よりヤング率が小さいシリコン樹脂等の充填材87が溝1bに充填されている。

【0127】溝1b内が中空状態であれば、確かに滑り振動は抑制されることがない。しかしながら、この中空状態を維持しながら振動子1と錘部2とを接着剤83に

10

20

30

40

50

て接続させる処理を行うことは必ずしも容易とは言えない。溝 1 b に何らかの充填材が充填されていても、その充填材の硬度が低い場合には、滑り振動は抑制されにくい。そこで、振動子 1 及び錘部 2 を接着する接着剤 8 3 よりもヤング率が小さい充填材 8 7 にて溝 1 b を充填する。このようにした場合、検出性能の劣化を招くことを極小に抑えることができ、溝 1 b に充填材 8 7 が充填されているので、振動子 1 と錘部 2 との接着剤 8 3 による接続処理を容易に行える。

【0128】(第 18 実施の形態) 図 39 (a),

(b) は、第 18 実施の形態による加速度センサの振動子と錘部との接着状態を示す断面図である。この第 18 実施の形態は、大きな衝撃が加わるような環境に適した加速度センサである。振動子 1 の溝 1 b の幅  $k$  を、電極 1 a, 1 a が形成されている各部分の幅  $p_1$ ,  $p_2$  よりも広くする。よって、電極 1 a, 配線パターン 2 a 間以外での振動子 1 と錘部 2 との接着面積が非常に増えるので、耐衝撃性を向上することができる。なお、この例において、溝 1 b の位置及び各部分の幅は、対称 (図 39 (a)) にしても良いし、非対称 (図 39 (b)) であっても良い。

【0129】(第 19 実施の形態) 図 40 (a),

(b) は、第 19 実施の形態による加速度センサの振動子 1 の錘部 2 側の平面図、錘部 2 の振動子 1 側の平面図である。図 40 (b) の破線で示す部分は振動子 1 が接着される領域を示す。振動子 1 と錘部 2 との接着面積よりも振動子 1 の電極 1 a 及び錘部 2 の配線パターン 2 a の面積が小さくなっている。

【0130】例えば、酸化または腐食が問題になる場合には、電極 1 a 及び配線パターン 2 a の材料を金とすることが考えられる。この際、振動子 1 と錘部 2 とを接続させるための接着剤と金とはなじみにくという問題があり、接着強度が低下し、エネルギーの伝達損失が多くなって検出性能が悪くなったり、また、耐衝撃能も低くなることが考え得る。そこで、第 19 実施の形態では、電極 1 a 及び配線パターン 2 a の面積を接着面積よりも小さくして、他の領域で十分な接着力を得るようにする。よって、電極 1 a 及び配線パターン 2 a が接着剤となじまない場合であっても、振動子 1 と錘部 2 との接着強度を高くできる。

【0131】なお、電極 1 a 及び配線パターン 2 a の面積が接着面積よりも小さい限りにあっては、電極 1 a 及び配線パターン 2 a の形状は任意であって良い。図 41 (a), (b) は、第 19 実施の形態による加速度センサの振動子 1 の錘部 2 側の平面図、図 41 (c),

(d) は、同じくその錘部 2 の振動子 1 側の平面図である。なお、振動子 1 と錘部 2 との密着度を高めるために、電極 1 a 及び配線パターン 2 a の配置を、線対称、点対称、三点支持にしておくことがより好ましい。

【0132】(第 20 実施の形態) 検出感度の向上を図

るために、錘部 2 の先端側部分を厚くしたり (第 5 実施の形態)、その先端側部分を高密度の材料で構成したり (第 6 実施の形態) した場合、振動子 1 に接着する錘部 2 の基端側部分は、その厚さが薄くて低密度の材料で構成される。従って、加速度が加わった際に、錘部 2 がよじれてしまって、クロストークが大きくなる可能性があるという問題がある。また、その基端側部分が薄くなるので、錘部 2 における先端側部分と基端側部分との接着面積が狭く、耐衝撃性が低いという問題もある。このような問題を解決するために考案されたものが、第 20 実施の形態である。

【0133】(第 20 実施の形態: 第 1 例) 図 42 は、第 20 実施の形態の第 1 例による加速度センサ 10 の構成を示す断面図、底面図である。この加速度センサ 10 の錘部 2 は、アルミナ製の基端部側の第 1 錘体 2 1 とタングステン製の先端部側の第 2 錘体 2 2 とを接着させて構成されている。この先端部側の第 2 錘体 2 2 の下側には、キャビティ 90 が形成されている。このキャビティ 90 の深さは振動子 1 の分割深さと略同じであり、振動子 1 の一方の電極 1 a とキャビティ 90 の上面に形成された錘部 2 の配線パターン 2 a とが接着されていて、振動子 1 の上側の一部がキャビティ 90 内に収納される態様となっている。

【0134】このように振動子 1 と接着される錘部 2 の基端部側にキャビティ 90 を設けるようにしたので、その基端部側の厚さが薄くなっても、キャビティ 90 の壁によって補強された構造となるため、加速度が加わっても錘部 2 がよじれたりせず、クロストークを少なくできて、加速度を精度良く検出できる。また、振動子 1 と接着される部分の厚さを薄くした場合でも、錘部 2 における第 1 錘体 2 1 と第 2 錘体 2 2 との接着面積を大きくできるので、耐衝撃性を向上できる。更に、加速度センサ 10 の高さを高くすることなく錘部 2 の先端部側を基端部側よりも厚くできるので、構成を大型化することなく検出感度の向上を図ることができる。

【0135】(第 20 実施の形態: 第 2 例) 図 43 は、第 20 実施の形態の第 2 例による加速度センサ 10 の構成を示す断面図である。この第 2 例は、先端部側の第 2 錘体 2 2 の厚さを基端部側の第 1 錘体 2 1 の厚さよりも厚くして、錘部 2 の回転モーメントを第 1 例よりも更に大きくして検出感度の更なる向上を図った例である。

【0136】次に、上述したような本発明の加速度センサ 10 をパッケージで収納して構成される加速度センサ装置の実施の形態について説明する。加速度センサ 10 をパッケージ化した加速度センサ装置では、単体の加速度センサに比べて、被検体への取付けが容易になる等、取り扱いが簡便となる利点がある。

【0137】加速度センサでは、被検体への固定の確実さが、その検出感度の向上にとって大きな要素の一つである。従来例として説明した、圧電単結晶の撓みを利用



する加速度センサをパッケージに収納する場合には、振動子の端部を強固に固定しても特性劣化を引き起こさないが、本発明の加速度センサ１０の場合には、撓みではなく、錘部２の回転モーメントによる振動子１の滑り振動を利用しているので、強固な固定を行ったり、固定位置または固定長を不適当に設定したりした場合、回転モーメントが抑圧されて特性劣化が起きる可能性がある。

【０１３８】そこで、以下に説明する本発明の加速度センサ装置では、パッケージに収納しても錘部２の回転モーメントに伴う振動子１での滑り振動を効率良く発生でき、特性劣化を招かないようにしている。また、パッケージ化の処理工程が容易であることも、このような加速度センサ装置にとって重要な要素であるが、以下に説明する本発明の加速度センサ装置では、簡便なパッケージ化を行える。

【０１３９】本発明の加速度センサ装置では、振動子１に連なる錘部２、及び、ベース部とキャップ部とを有するパッケージに配線パターンを形成する、錘部２、または、錘部２及び振動子１を、パッケージで挟み込む、更に、パッケージによる錘部２または振動子１の挟み込み長さを最適にする等により、収納した加速度センサの特性劣化の防止とパッケージ化処理の簡便さを実現する。

【０１４０】（第２１実施の形態）図４４は、本発明の第２１実施の形態による加速度センサ装置の構成を示す断面図である。例えば第１実施の形態で説明した加速度センサ１０が、セラミック製のパッケージ６０内に収納されている。パッケージ６０は、断面視コ字状でセラミック製のベース部６１と、このベース部６１を覆うように設けられた平板状でセラミック製のキャップ部６２とを有する。ベース部６１及びキャップ部６２には配線パターン６１ａ及び配線パターン６２ａが形成されており、錘部２の配線パターン２ａ、２ａとキャップ部６２の配線パターン６２ａとは例えばワイヤ６３により接続されている。電極１ａ、１ａでの出力電圧は、錘部２の配線パターン２ａ、２ａ、キャップ部６２の配線パターン６２ａ、ベース部６１の配線パターン６１ａを介して外部の差動増幅器（図示せず）に取り出される。

【０１４１】（第２２実施の形態）図４５は、本発明の第２２実施の形態による加速度センサ装置の構成を示す断面図である。例えば第１０実施の形態で説明した一出力タイプの加速度センサ１０が、第２１実施の形態と同様のパッケージ６０内に収納されている。また、パッケージ６０内には、そのベース部６１に載置される態様で、前置増幅器５２も収納されている。錘部２の配線パターン２ａとキャップ部６２の配線パターン６２ａとは例えばワイヤボンディング６３により接続されている。先端側の電極１ａでの出力電圧は、錘部２の配線パターン２ａ、キャップ部６２の配線パターン６２ａ、ベース部６１の配線パターン６１ａを介して前置増幅器５２に

入力され、その増幅信号が外部の信号処理回路（図示せず）に取り出される。

【０１４２】（第２３実施の形態）図４６（ａ）、（ｂ）は、本発明の第２３実施の形態による加速度センサ装置のパッケージ６０の断面視コ字状でセラミック製のベース部６１の断面図、下面図であり、図４７

（ａ）、（ｂ）は、同じくパッケージ６０の平板状でセラミック製のキャップ部６２の断面図、下面図である。図４６（ａ）に示す断面図には、ベース部６１に設けた信号検出部７０を図示している。

【０１４３】信号検出部７０の電極７１、７１は、スルーホール７２、７２を介して、ベース部６１の下面に形成された信号外部取り出し用の電極７３、７３と導通されている。また、ベース部６１の内側面に形成された配線パターン６１ａと、ベース部６１の下面に形成された接地用の電極７４とが、スルーホール７５を介して導通されている。キャップ部６２は、その上面全域で導通をとった配線パターン６２ａを有し、その配線パターン６２ａを裏側の一部域まで折り曲げたように構成して、シールド効果を高めるようにしている。なお、図４６

（ａ）、（ｂ）に示す例ではベース部６１の内側全面をシールドするように構成しているが、外側全面をシールドするように構成しても良い。また、ベース部６１を層構造として、各層間において信号ライン、接地ラインを配線しても良い。

【０１４４】図４８は、本発明の第２３実施の形態による加速度センサ装置の構成を示す断面図である。図４６、図４７のベース部６１及びキャップ部６２で構成されるパッケージ６０内に、例えば第１１実施の形態の第２例で説明したような加速度センサ１０が収納されている。錘部２の配線パターン２ａ、２ａと、信号検出部７０の電極７１、７１とは、熱圧着リボンボンディング、超音波ボンディング、ＦＰＣ等の接続部材７６、７６によって接合されている。振動子１の底面に形成された接地用の電極１ｃと、ベース部６１の配線パターン６１ａとは、導電性接着剤、クリーム半田、バンプ等を用いて接合されている。また、ベース部６１の配線パターン６１ａとキャップ部６２の配線パターン６２ａとも導通されている。

【０１４５】このような第２３実施の形態では、簡単な工程にてパッケージ化が可能であり、加速度センサ装置の組み立てを容易に行え、低コスト化を図れる。

【０１４６】なお、図４８の例とは振動子１の向きを逆にした構成、つまり、接地用の電極７４と錘部２とを導通させると共に、信号検出部７０とパッケージ６０とを導通させる構成とするようにしても良い。但し、この場合には、振動子１に滑り振動が発生できるように振動子１とパッケージ６０との接合を行う必要がある。

【０１４７】（第２４実施の形態：第１例、第２例）図４９は、本発明の第２４実施の形態の第１例による加速

度センサ装置の構成を示す断面図である。例えば第2実施の形態、第6または第11実施の形態、第10実施の形態及び第12実施の形態の特徴を併せ持った加速度センサ10、つまり、溝1bの形成によって振動子1が分割されており、錘部2が第1錘体21及び第2錘体22、22の3層構成であり、片方の電極1aのみからの一出力タイプであり、スルーホール53にて表裏面の配線パターン2a、2aを導通しているような加速度センサ10が、パッケージ60内に収納されている。

【0148】また、第1錘体21が、振動子1の上方から更に先に延在しており、その延在端部21dがパッケージ60に挟み込まれている。そして、この延在端部21dの上面に形成されている配線パターン2aと、パッケージ60のベース部61の信号検出用の配線パターン61aとが、導電性接着剤等にて接合されている。パッケージ60は、その内側表面にシールド用の配線パターン61aが形成されている構成である。

【0149】図50は、本発明の第24実施の形態の第2例による加速度センサ装置の構成を示す断面図である。この第2例では、キャップ部62の材質を金属としている。他の構成は、図49に示す第1例と同様である。

【0150】加わった加速度は錘部2の重心に作用するので、第24実施の形態では、検出特性を劣化させないように、振動子1を挟んで重心が存在する側と反対側の一部をパッケージ60で挟み込んでいる。錘部2は、振動子1上の支持点を中心にして回転する。従って、第24実施の形態のように、振動子1を挟んで重心が存在しない側の部分をパッケージ60で挟み込んだとしても、錘部2の回転モーメントが抑制されることはなく、検出特性の劣化は生じない。

【0151】図51(a)、(b)は、第24実施の形態による加速度センサ装置の錘部2の平面図、断面図である。図において、 $W_2$ 、 $T_2$ は夫々錘部2の全幅、全厚を示す。また、 $W_{21}$ 、 $T_{21}$ は夫々挟み込まれる延在端部21dの幅、厚さを示す。本発明者等は、錘部2の一部をパッケージ60で挟み込む構成とした第24実施の形態では、その挟み込まれる延在端部21dのサイズ（幅 $W_{21}$ 、厚さ $T_{21}$ ）の錘部2全体のサイズ（幅 $W_2$ 、厚さ $T_2$ ）に対する割合が、検出特性に大きな影響を及ぼすことを知見した。

【0152】図52は、シミュレーション結果に基づき、延在端部21dの幅 $W_{21}$ の錘部2の全幅 $W_2$ に対する比 $W_{21}/W_2$ （横軸）と出力電圧の規格化値（縦軸）との関係を示すグラフである。この比 $W_{21}/W_2$ が大きくなればなる程、つまり、挟み込まれる延在端部21dの幅 $W_{21}$ が広くなればなる程、出力電圧が低下していくことが、図41の結果から分かる。特に、比 $W_{21}/W_2$ が1以上である場合にはその低下が顕著となるので、検出特性の劣化を抑制するためには、延在端部21dの幅

$W_{21}$ を錘部2の全幅 $W_2$ より狭くすることが好ましい。

【0153】なお、延在端部21dの厚さ $T_{21}$ 及び錘部2の全厚 $T_2$ に関しても、上述したような幅に関する関係と同様な関係があることが、シミュレーション結果から検証されており、検出特性の劣化を抑制するためには、延在端部21dの厚さ $T_{21}$ を錘部2の全厚 $T_2$ より薄くすることが好ましい。

【0154】第24実施の形態では、パッケージ60に挟み込まれる部分の幅を錘部2の全幅よりも狭くする、及び／または、その挟み込まれる部分の厚さを錘部2の全厚よりも薄くすることにより、構造的に錘部2の回転モーメントを抑制しないことが可能となり、高い検出特性を維持できる。

【0155】（第25実施の形態）図53は、本発明の第25実施の形態による加速度センサ装置の構成を示す断面図である。例えば、第24実施の形態と同様に、第2実施の形態、第6または第11実施の形態、第10実施の形態及び第12実施の形態の特徴を併せ持った加速度センサ10が、パッケージ60内に収納されている。但し、第24実施の形態と異なり、第1錘体21の基端と振動子1の基端とは面一であり、第1錘体21の基端部及び振動子1の基端部がパッケージ60に挟み込まれている。この第25実施の形態は、第24実施の形態よりサイズを小型化できる特徴がある。図53にあって、 $L_1$ は挟み込まれる部分の長さ、 $L_2$ は振動子1の全長を表している。

【0156】本発明者等は、振動子1及び錘部2の一部をパッケージ60で挟み込む構成とした第25実施の形態では、その挟み込まれる部分の長さ $L_1$ の振動子1の全長 $L_2$ に対する割合が、検出特性に大きな影響を及ぼすことを知見した。図54は、シミュレーション結果に基づき、挟み込まれる部分の長さ $L_1$ の振動子1の全長 $L_2$ に対する比 $L_1/L_2$ （横軸）と出力電圧の規格化値（縦軸）との関係を示すグラフである。

【0157】この比 $L_1/L_2$ が大きくなればなる程、つまり、挟み込まれる部分の長さ $L_1$ が長くなればなる程、出力電圧が低下していくことが、図54の結果から分かる。特に、比 $L_1/L_2$ が1以上である場合には出力電圧が非常に低くなるので、検出特性の劣化を抑制するためには、挟み込まれる部分の長さ $L_1$ を振動子1の全長 $L_2$ より短くすることが好ましい。

【0158】ところで、第25実施の形態では、図53に示すように、分割された電極1a、1aの中で、電圧検出に関与しない基端側の電極1aは、振動子1の底面に形成された接地用の電極1cと、ベース部61の配線パターン61aを介して電氣的に共通となっている。検出部の電極1aと接地用の電極1cとが共通化されていない加速度センサ装置の出力電圧を"1"とした場合に、両電極1a、1cを共通化した第25実施の形態の出力電圧は"1.01"であり、このような構成は検出



特性に影響を全く及ぼさないことが分かる。第25実施の形態のような構成では、錘部2及びパッケージ60での配線パターンを簡略化でき、より簡単な作製工程を提供できる。

【0159】(第26実施の形態;第1例,第2例)図55は、本発明の第26実施の形態の第1例による加速度センサ装置の構成を示す断面図である。例えば、第6実施の形態の第4例及び第10実施の形態の特徴を併せ持った加速度センサ10、つまり、基端側の第1錘体21と先端側の第2錘体22とを嵌め合わせて錘部2が構成されており、片方の電極1aのみからの一出力タイプであるような加速度センサ10が、平板状のベース部61及び断面視でコ字状のキャップ部62で構成されたパッケージ60内に収納されている。

【0160】また、第1錘体21が、振動子1の上方から更に先に延在している。その延在部の位置に対応してベース部61は突起部61bを有しており、この突起部61b上に第1錘体21の延在部が載置されており、第1錘体21の配線パターン2aと突起部61bに形成された配線パターン61aとが接続されている。なお、この突起部61bの配線パターン61aは、電氣的に結線されていれば良いので、例えば銀ペーストを使用できる。

【0161】図56は、本発明の第26実施の形態の第2例による加速度センサ装置の構成を示す断面図である。この第2例では、キャップ部62の材質を金属としている。他の構成は、図55に示す第1例と同様である。セラミック製のキャップ部62を用いた第1例と比べて、キャップ部62の厚さを薄くすることができ、低背化を図れる。なお、樹脂製のキャップ部62を使用する場合には、低コスト化を図れる。

【0162】第26実施の形態の構成によれば、振動子1の厚さに対して、例えば突起部61bの高さをマイナス公差にしておけば、振動子1及び錘部2の厚さを特に規定する必要がない。また、平板状のベース部61に振動子1、錘部2を順次載せていき、最後にキャップ部62を被せるだけであり、振動子1、錘部2の取扱いが容易となり、作製工程が簡略化する。

【0163】なお、前述の説明では、平板状のベース部61に突起部61bを有している構造であるが、錘部2に突起部または突起部に準ずる構造を有した場合にも、同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0164】(第27実施の形態)図57(a)、(b)は、第27実施の形態による加速度センサ装置の振動子1のパッケージ60側の平面図、パッケージ60のベース部61の振動子1側の平面図である。この第27実施の形態は、前述した第19実施の形態における振動子1と錘部2との接着関係を振動子1とパッケージ60(ベース部61)との接着関係にあてはめたものである。図57(b)の破線で示す部分は振動子1が接着さ

れる領域を示す。振動子1とパッケージ60(ベース部61)との接着面積よりも振動子1の電極1c及びベース部61の配線パターン61aの面積が小さくなっている。

【0165】電極1c及び配線パターン61aに金を用いた場合、第19実施の形態と同様の理由により、検出性能が劣化する可能性がある。そこで、第27実施の形態では、電極1c及び配線パターン61aの面積を接着面積よりも小さくして、他の領域で十分な接着力を得るようにする。よって、電極1c及び配線パターン61aが接着剤となじまない場合にあっては、振動子1とパッケージ60(ベース部61)との接着強度を高くできる。

【0166】なお、電極1c及び配線パターン61aの面積が接着面積よりも小さい限りにあっては、それらの形状は任意であって良い。図58(a)、(b)は、第27実施の形態による加速度センサ装置のベース部61の振動子1側の平面図である。なお、振動子1とパッケージ60(ベース部61)との密着度を高めるために、電極1c及び配線パターン61aの配置を、線対称、点対称、三点支持にしておくことがより好ましい。

【0167】(第28実施の形態)図59は、本発明の第28実施の形態による加速度センサ装置の構成を示す断面図である。上述した第20実施の形態の特徴を有する加速度センサ10、つまり、錘部2の基端部側をキャビティ構造とした加速度センサ10が、上述した第26実施の形態と略同構成のパッケージ60内に収納されている。

【0168】第1錘体21の配線パターン2aとベース部61の配線パターン61aとが、例えば銀ペーストからなる導電ペースト91を介して接続されている。よって、キャビティ90を有する加速度センサ10でも、検出信号の外部取出しの容易性は損なわれない。

【0169】なお、本例では、導電ペースト91を介して検出信号を外部に取り出すように構成しているが、加速度が印加された際の滑り振動が抑制されない条件を満たす他の方法として、ワイヤボンディングにて配線パターン2a、61aを接続させてワイヤボンディングを介して検出信号を外部に取り出すようにしても良い。

【0170】なお、上述の説明における夫々の加速度センサ装置においてパッケージ60内に収納する加速度センサの構成は一例であり、本発明で説明した他の構成の加速度センサも同様に収納できることは言うまでもない。

【0171】ところで、錘部2、パッケージ60または被検体4に、振動子1を設置するための位置決め構造を設けておく場合には、互いの部材の位置決めを容易かつ正確に行うことができ、作製工程が簡便になると共に、検出特性のばらつきが低減する。

【0172】(付記1) 加速度を検出する加速度セン

サにおいて、電極を有しており、滑り振動が生じる振動子と、該振動子に連なっており、前記振動子にそれ自身を加えたものの重心位置と異なる位置で支持されている錘部とを備え、前記電極と導通されている配線パターンが前記錘部に形成されており、加速度が加わった場合に前記錘部に発生する支持点を中心とした回転モーメントを滑り振動として前記振動子で検出し、前記加速度に応じた電気信号を前記電極から前記配線パターンを介して出力するようにしたことを特徴とする加速度センサ。

(付記2) 前記振動子における滑り振動の検出部分が、複数部分に分割された前記電極にて分割されている付記1に記載の加速度センサ。

(付記3) 前記振動子における滑り振動の検出部分が、複数部分に分割された前記電極及び該電極に連なる溝にて分割されている付記1に記載の加速度センサ。

(付記4) 前記振動子は略直方体状をなし、前記溝の深さは、前記振動子の厚さの10%以上である付記3に記載の加速度センサ。

(付記5) 前記分割の位置は、前記滑り振動による電荷分布が実質的に零となる位置である付記2~4の何れかに記載の加速度センサ。

(付記6) 前記振動子及び錘部は略直方体状をなし、前記振動子の加速度検出方向の長さは、前記錘部の加速度検出方向の長さ以下である付記1~5の何れかに記載の加速度センサ。

(付記7) 前記錘部は略直方体状をなし、前記錘部は、前記振動子に連なる側の部分に比してその反対側の部分で、厚さ及び/または加速度検出方向の長さが大きい付記1~6の何れかに記載の加速度センサ。

(付記8) 前記錘部は、材質が異なる複数の物体から構成されている付記1~7の何れかに記載の加速度センサ。

(付記9) 前記錘部は、前記振動子に連なる側の部分に比してその反対側の部分で、密度が高い付記8に記載の加速度センサ。

(付記10) 前記振動子は、前記錘部に異方性導電性接着剤で接着されている付記1~9の何れかに記載の加速度センサ。

(付記11) 前記振動子の分割された電極の中の前記重心位置に近い方の電極から前記電気信号を取り出す付記2~10の何れかに記載の加速度センサ。

(付記12) 前記錘部は略直方体状をなし、前記錘部の厚さが最も薄い部分が、前記振動子の位置より前記重心位置側でない付記1~11の何れかに記載の加速度センサ。

(付記13) 前記錘部の前記溝に対向する位置に、前記溝の幅以上の幅を有する突部が形成されており、該突部によって前記溝が蓋されている付記3または4の何れかに記載の加速度センサ。

(付記14) 前記振動子と前記錘部とは接着剤にて接

着されており、前記接着剤よりヤング率が小さい充填材が前記溝に充填されている付記3または4の何れかに記載の加速度センサ。

(付記15) 前記溝の幅が、前記振動子の分割された前記各検出部分の幅よりも大きい付記3または4の何れかに記載の加速度センサ。

(付記16) 前記振動子と前記錘部とは接着剤にて接着されており、この接着面の面積が、前記電極及び/または前記配線パターンの面積より大きい付記1~15の何れかに記載の加速度センサ。

(付記17) 前記錘部は前記振動子の一部を収納するキャビティを有する付記1~16の何れかに記載の加速度センサ。

(付記18) 前記振動子は、単結晶の圧電体である付記1~17の何れかに記載の加速度センサ。

(付記19) 前記単結晶の圧電体は、リチウムナイオベイト(LiNbO<sub>3</sub>)のXカット板である付記18に記載の加速度センサ。

(付記20) 溝が中空となる付記3または4の何れかに記載の加速度センサを作製する方法であって、前記振動子に溝を形成する工程と、粉体を揮発性溶媒に溶かしたものを前記溝に塗布する工程と、前記揮発性溶媒を蒸発させる工程と、前記振動子と前記錘部とを接着剤にて接続する工程とを含む加速度センサの作製方法。

(付記21) 溝が中空である付記3または4の何れかに記載の加速度センサであって、前記振動子と前記錘部とが異方性導電膜によって接続されている加速度センサ。

(付記22) 溝が中空となる付記3または4の何れかに記載の加速度センサを作製する方法であって、前記振動子に溝を形成する工程と、前記溝に構造体を挿入する工程と、前記振動子と前記錘部とを接着剤にて接続する工程と、前記構造体を除去する工程とを含む加速度センサの作製方法。

(付記23) 付記1~19または21の何れかに記載の加速度センサと、配線パターンが形成されているベース及び該ベースに被冠されるキャップを有しており、前記加速度センサを内部に収納するパッケージとを備えることを特徴とする加速度センサ装置。

(付記24) 前記パッケージ内に、前記電気信号に基づいて加速度を検出する検出回路を具備している付記23に記載の加速度センサ装置。

(付記25) 前記錘部の一部を前記パッケージで挟み込んでいる付記23または24の何れかに記載の加速度センサ装置。

(付記26) 前記錘部の一部及び前記振動子の一部を前記パッケージで挟み込んでいる付記23または24の何れかに記載の加速度センサ装置。

(付記27) 前記パッケージで挟み込まれる前記錘部の部分は、前記振動子を間にして前記重心位置と反対側

の部分である付記25または26の何れかに記載の加速度センサ装置。

〔付記28〕 前記パッケージで挟み込まれる前記錘部の長さは、前記振動子の長さ以下である付記25～27の何れかに記載の加速度センサ装置。

〔付記29〕 付記23～28の何れかに記載の加速度センサ装置であって、前記振動子は前記パッケージ側の電極を有し、前記パッケージは前記電極に導通される配線パターンを有し、前記振動子と前記パッケージとは接着剤にて接着されており、この接着面の面積が、前記電極及び／または前記配線パターンの面積より大きい加速度センサ装置。

〔0173〕

〔発明の効果〕 以上のように、請求項1の加速度センサでは、検出対象の加速度に応じた電気信号を取り出すためのパターンが錘部に形成されており、錘部が信号検出用の基板を兼ねた構成であるので、信号検出用の基板を新たに設ける必要がなく、構成を簡略化できて、低コスト化を図ることができる。

〔0174〕 請求項2の加速度センサでは、振動子における滑り振動の検出部分を電極にて複数部分に分割しているのので、振動子の検出部分の分割を簡便に行えて、コストの低減化を図ることができる。

〔0175〕 請求項3の加速度センサでは、振動子における滑り振動の検出部分を溝形成によって複数部分に分割しているのので、振動子の検出部分の分割を確実に行えると共に、多数個の加速度センサを容易に製造できて低コスト化を図ることができる。

〔0176〕 請求項4の加速度センサでは、溝形成によって振動子の検出部分を複数部分に分割する際に、その溝の深さを振動子の厚さの10%以上とするようにしたので、低コスト化だけでなく検出感度の向上も図ることができる。

〔0177〕 請求項5の加速度センサでは、回転モーメントが略零となる位置、即ち、振動子の滑り振動による電荷分布が略零となる位置で、振動子の検出部分を分割するようにしたので、低コスト化だけでなく検出感度の向上も図ることができる。

〔0178〕 請求項6の加速度センサでは、振動子の幅を錘部の幅以下とするようにしたので、クロストークの影響を低減して、S/Nの向上を図ることができる。

〔0179〕 請求項7の加速度センサでは、錘部において、支持位置がある振動子側と反対側の部分の厚さを厚くする及び／または幅を大きくするようにしたので、錘部の回転モーメントを大きくして、検出感度の向上を図ることができる。

〔0180〕 請求項8の加速度センサでは、材質が異なる複数の物体にて錘部を構成するようにしたので、錘部の回転モーメントを大きくできるように、錘部の構成材を選択できて、検出精度の向上を図ることができる。

〔0181〕 請求項9の加速度センサでは、振動子に連なる部分と反対側の部分は高い密度の材料を用いて錘部を構成するようにしたので、錘部の回転モーメントを大きくできて、検出感度の向上を図ることができる。

〔0182〕 請求項10の加速度センサでは、異方性導電性接着剤にて振動子と錘部とを接着するようにしたので、分割された電極同士が短絡することなく、振動子と錘部との確実な導通を図ることができる。

〔0183〕 請求項11の加速度センサでは、振動子の分割された両電極からの差分電気信号にて加速度を検出するのではなく、その分割された電極のうちの重心位置に近い方の電極での電気信号のみにて加速度を検出するようにしたので、検出回路のパターン形成を少なくでき、構成を簡略化できてコストの低減化を図ることができる。

〔0184〕 請求項12の加速度センサでは、錘部の厚さが最も薄い部分を、振動子上または振動子上から重心位置と反対側に突出した位置に設定するようにしたので、クロストークを低減できて、S/Nの向上を図ることができる。

〔0185〕 請求項13の加速度センサでは、錘部の突部にて溝が蓋されているので、接着剤の溝への侵入を防止して溝内を中空状態に維持でき、振動子の相反する滑り振動が抑制されずに、高い検出能を得ることができる。

〔0186〕 請求項14の加速度センサでは、振動子と錘部との接続用の接着剤よりもヤング率が小さい充填材が溝に充填されているので、検出性能の劣化を招くことなく、振動子と錘部との接着剤による接続処理を容易に行うことができる。

〔0187〕 請求項15の加速度センサでは、振動子における溝の幅を、電極が形成されている各部分の幅よりも大きくするようにしたので、電極以外での接着面積を増やせて耐衝撃性を向上することができる。

〔0188〕 請求項16の加速度センサでは、振動子と錘部との接着面積よりも振動子の電極及び／または錘部の配線パターンの面積を小さくしたので、この電極及び／または配線パターンが接着剤となじまない場合であっても、これら以外の部分で接着できて高い接着強度を得ることができる。

〔0189〕 請求項17の加速度センサでは、振動子の一部を収納するキャビティを錘部が有しているのので、加速度が加わった場合に、錘部がよじれることがなく、クロストークの増大を抑制でき、また、耐衝撃性も向上でき、更に、構成を大型化することなく、振動子に連なる錘部の部分の厚さを薄くできて検出感度の向上を図ることが可能となる。

〔0190〕 請求項18の加速度センサでは、振動子に単結晶の圧電体を用いるようにしたので、クロストークを低減できて、S/Nの向上を図ることができる。

【0191】請求項19の加速度センサでは、振動子として厚み方向の電気機械結合がないLiNbO<sub>3</sub>のXカット板を用いるようにしたので、クロストークを低減できて、S/Nの向上を図ることができる。

【0192】請求項20の加速度センサ装置では、配線パターンが形成されているベース及びキャップを有するパッケージで加速度センサを内部に収納するようにしたので、加速度センサの収納処理を容易に行えと共、電気信号の引き出し回路を容易に構成することができる。

【0193】請求項21の加速度センサ装置では、電気信号に基づいて加速度を検出する検出回路を加速度センサと共にパッケージ内に格納するようにしたので、S/Nの向上を図ることができる。

【0194】請求項22の加速度センサ装置では、錘部の一部がパッケージで挟み込まれるようにしたので、錘部とパッケージとの電氣的導通を容易に取ることができると共に、装置の小型化を図ることができる。

【0195】請求項23の加速度センサ装置では、錘部の一部及び振動子の一部がパッケージで挟み込まれるようにしたので、錘部及び振動子とパッケージとの電氣的導通を容易に取ることができると共に、装置の小型化を図ることができる。

【0196】請求項24の加速度センサ装置では、振動子を間にして振動子及び錘部の重心位置と反対側の部分がパッケージで挟み込まれるようにしたので、パッケージで挟み込まれていても、その挟み込み部分は加速度が作用する重心位置から離れており、検出感度の低下を抑制できる。

【0197】請求項25の加速度センサ装置では、パッケージで挟み込まれる錘部の長さを、振動子の長さ以下とするようにしたので、検出感度の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の加速度センサの検出原理を示す説明図である。

【図2】第1実施の形態による加速度センサの構成を示す斜視図である。

【図3】第1実施の形態による加速度センサの振動子の斜視図である。

【図4】第1実施の形態による加速度センサの錘部の斜視図である。

【図5】振動子と錘部及び被検体との接着過程を示す模式図である。

【図6】本発明の加速度センサの検出回路の一例を示す図である。

【図7】第2実施の形態による加速度センサの構成を示す斜視図である。

【図8】第2実施の形態による加速度センサの振動子の斜視図である。

【図9】溝の深さ(D)の振動子の厚さ(T<sub>1</sub>)に対する比D/T<sub>1</sub>と出力電圧の規格化値との関係を示すグラフである。

【図10】振動子の長手方向の位置と振動子の加振方向の変位との関係を示すグラフである。

【図11】振動子の幅(W<sub>1</sub>)の錘部の幅(W<sub>2</sub>)に対する比W<sub>1</sub>/W<sub>2</sub>とクロストークとの関係を示すグラフである。

【図12】第5実施の形態による加速度センサの構成を示す斜視図である。

【図13】第6実施の形態の第1例による加速度センサの構成を示す斜視図である。

【図14】第6実施の形態の第2例による加速度センサの錘部を示す斜視図、断面図である。

【図15】第6実施の形態の第3例による加速度センサの錘部を示す斜視図、断面図である。

【図16】第6実施の形態の第4例による加速度センサの錘部を示す斜視図、断面図である。

【図17】第6実施の形態の第5例による加速度センサの錘部を示す斜視図、断面図である。

【図18】第7実施の形態の第1例による錘部と振動子、振動子と被検体との接続過程を示す模式図である。

【図19】第7実施の形態の第2例による錘部と振動子、振動子と被検体との接続過程を示す模式図である。

【図20】第8実施の形態による加速度センサの構成を示す斜視図である。

【図21】第9実施の形態の第1例による加速度センサと検出回路基板との接続状態を示す図である。

【図22】第9実施の形態の第2例による加速度センサと検出回路基板との接続状態を示す図である。

【図23】本発明の加速度センサの作製工程を示す模式図である。

【図24】第10実施の形態による加速度センサの構成を示す斜視図である。

【図25】第10実施の形態による加速度センサの振動子の斜視図である。

【図26】第10実施の形態による加速度センサの錘部の斜視図である。

【図27】第10実施の形態による加速度センサの検出回路の一例を示す図である。

【図28】差動出力と一出力との場合における分割位置と出力電圧の規格化値及びクロストークとの関係を示すグラフである。

【図29】第11実施の形態の第1例による加速度センサの構成を示す斜視図である。

【図30】第11実施の形態の第2例による加速度センサの構成を示す斜視図である。

【図31】第12実施の形態による加速度センサの構成を示す斜視図である。

【図32】第12実施の形態による加速度センサの錘部

の表面図、断面図、裏面図である。

【図33】第13実施の形態による加速度センサの作製工程を示す断面図である。

【図34】第14実施の形態による加速度センサの振動子と錘部との接着状態を示す断面図である。

【図35】第15実施の形態による加速度センサの作製工程を示す断面図である。

【図36】第16実施の形態による加速度センサの作製工程を示す斜視図及び断面図である。

【図37】第16実施の形態の他の例を示す斜視図である。

【図38】第17実施の形態による加速度センサの振動子と錘部との接着状態を示す断面図である。

【図39】第18実施の形態による加速度センサの振動子と錘部との接着状態を示す断面図である。

【図40】第19実施の形態による加速度センサの振動子の錘部側の平面図、錘部の振動子側の平面図である。

【図41】第19実施の形態による加速度センサの振動子の錘部側の平面図、錘部の振動子側の平面図である。

【図42】第20実施の形態の第1例による加速度センサの構成を示す断面図、底面図である。

【図43】第20実施の形態の第2例による加速度センサの構成を示す断面図である。

【図44】第21実施の形態による加速度センサ装置の構成を示す断面図である。

【図45】第22実施の形態による加速度センサ装置の構成を示す断面図である。

【図46】第23実施の形態による加速度センサ装置のパッケージのベース部の断面図、下面図である。

【図47】第23実施の形態による加速度センサ装置のパッケージのキャップ部の断面図、下面図である。

【図48】第23実施の形態による加速度センサ装置の構成を示す断面図である。

【図49】第24実施の形態の第1例による加速度センサ装置の構成を示す断面図である。

【図50】第24実施の形態の第2例による加速度センサ装置の構成を示す断面図である。

【図51】第24実施の形態による加速度センサ装置の錘部の平面図、断面図である。

【図52】延在端部の幅( $W_{11}$ )の錘部の全幅( $W_2$ )に対する比 $W_{11}/W_2$ と出力電圧の規格化値との関係を

示すグラフである。

【図53】第25実施の形態による加速度センサ装置の構成を示す断面図である。

【図54】挟み込まれる部分の長さ( $L_1$ )の振動子の全長( $L_2$ )に対する比 $L_1/L_2$ と出力電圧の規格化値との関係を示すグラフである。

【図55】第26実施の形態の第1例による加速度センサ装置の構成を示す断面図である。

【図56】第26実施の形態の第2例による加速度センサ装置の構成を示す断面図である。

【図57】第27実施の形態による加速度センサ装置の振動子のパッケージ側の平面図、パッケージのベース部の振動子側の平面図である。

【図58】第27実施の形態による加速度センサ装置のパッケージのベース部の振動子側の平面図である。

【図59】第28実施の形態による加速度センサ装置の構成を示す断面図である。

【符号の説明】

1, 100 振動子

2, 200 錘部

1a 電極

1b 溝

2a 配線パターン

3, 83 接着剤

4 被検体

5 差動増幅器

10 加速度センサ

21 第1錘体

21d 延在端部

22 第2錘体

51 FET

52 前置増幅器

60 パッケージ

61 ベース部

61a 配線パターン

62 キャップ部

62a 配線パターン

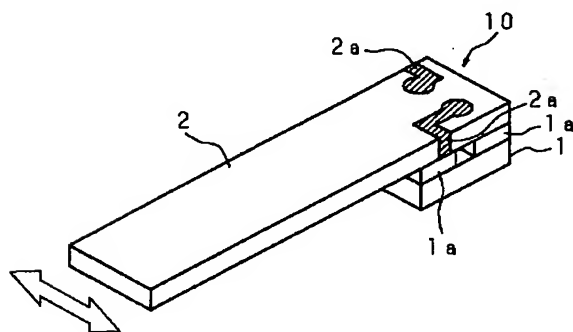
86 突部

87 充填材

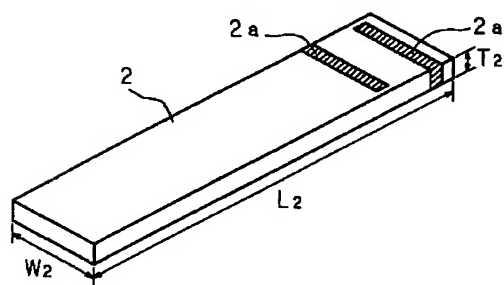
90 キャビティ

【図2】

第1実施の形態による加速度センサの構成を示す斜視図

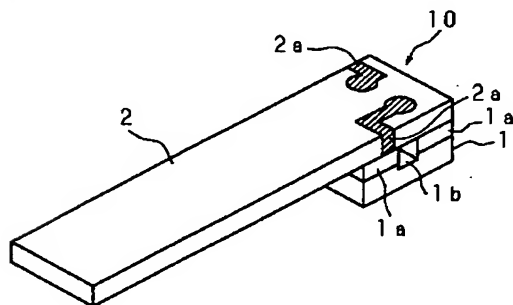


### 第1実施の形態による加速度センサの錘部の斜視図

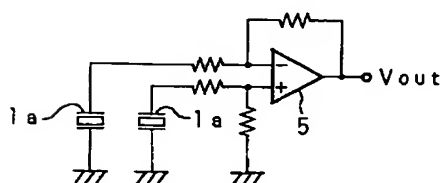


【圖 7】

第2実施の形態による加速度センサの構成を示す斜視図

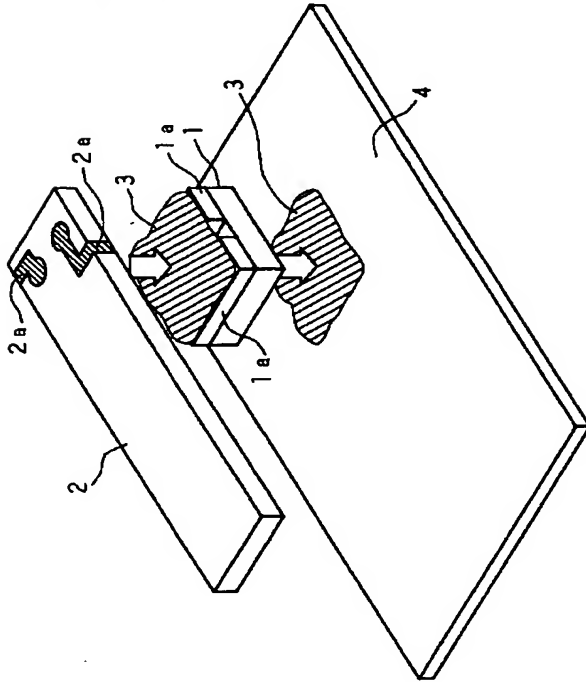


本発明の加速度センサの検出回路の一例を示す図



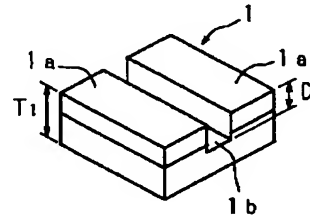
【図5】

振動子と鋸部及び被検体との接着過程を示す模式図



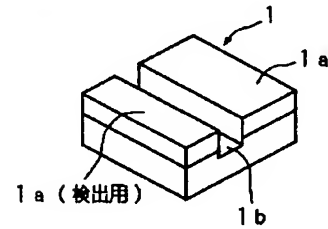
【図8】

第2実施の形態による加速度センサの振動子の斜視図



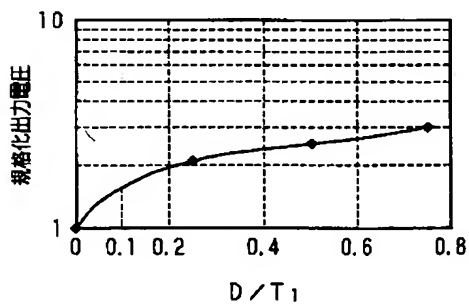
【図25】

第10実施の形態による加速度センサの振動子の斜視図



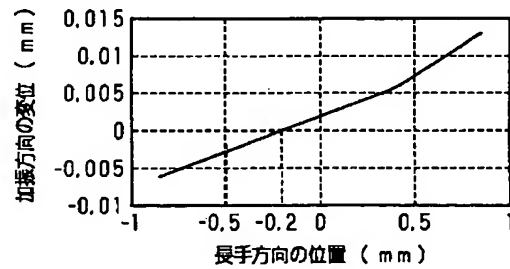
【図9】

溝の深さ(D)の振動子の厚さ(T1)に対する比D/T1と出力電圧の規格化値との関係を示すグラフ



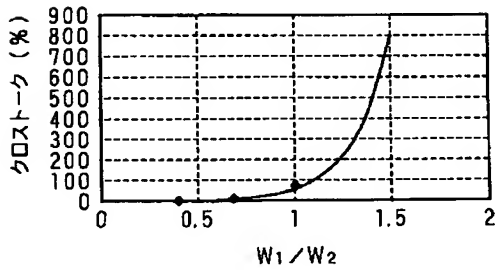
【図10】

振動子の長手方向の位置と振動子の加振方向の変位との関係を示すグラフ



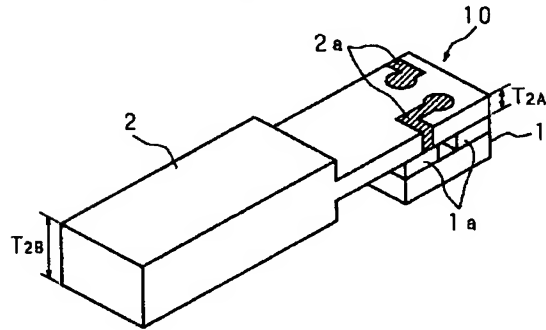
【図11】

振動子の幅( $W_1$ )の錠部の幅( $W_2$ )に対する比  
 $W_1/W_2$ とクロストークとの関係を示すグラフ



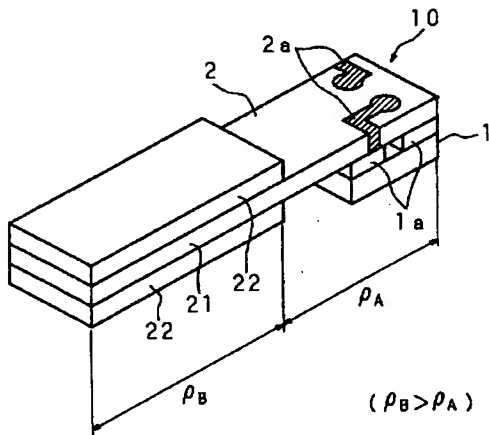
【図12】

第5実施の形態による加速度センサの構成を示す斜視図



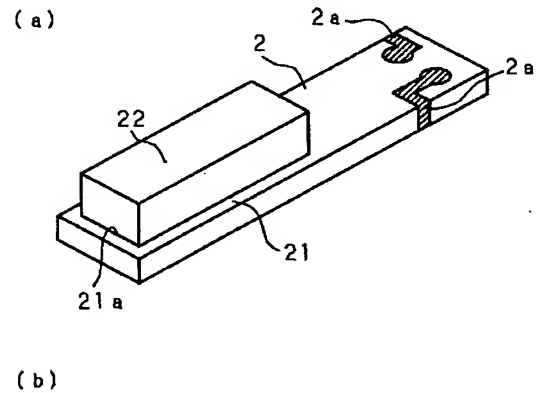
【図13】

第6実施の形態の第1例による加速度センサの構成を示す斜視図



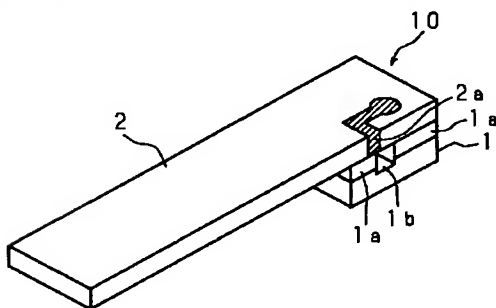
【図14】

第6実施の形態の第2例による加速度センサの  
 錠部を示す斜視図、断面図



【図24】

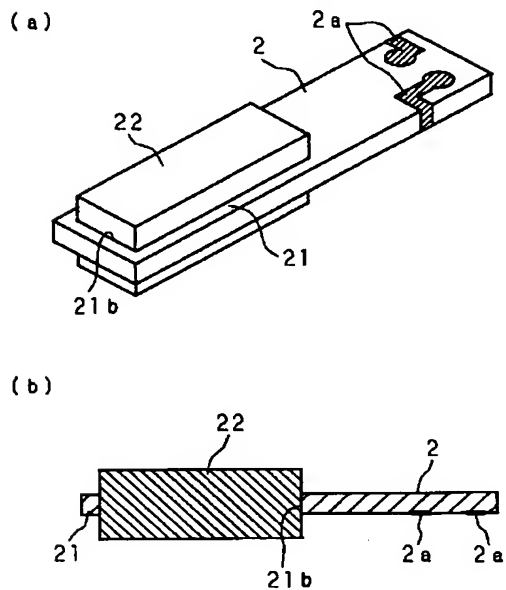
第10実施の形態による加速度センサの構成を示す斜視図





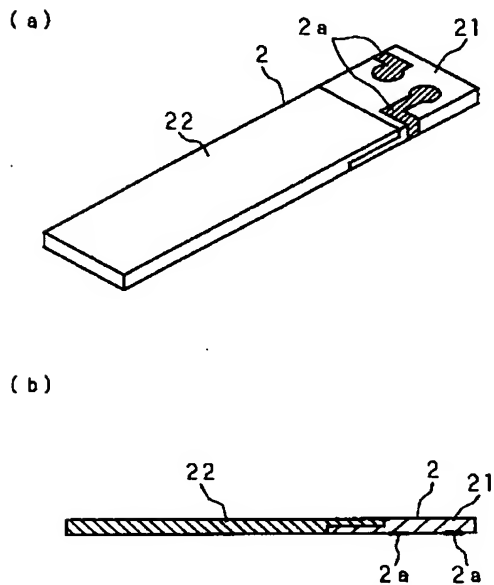
【図15】

第6実施の形態の第3例による加速度センサの  
銼部を示す斜視図、断面図



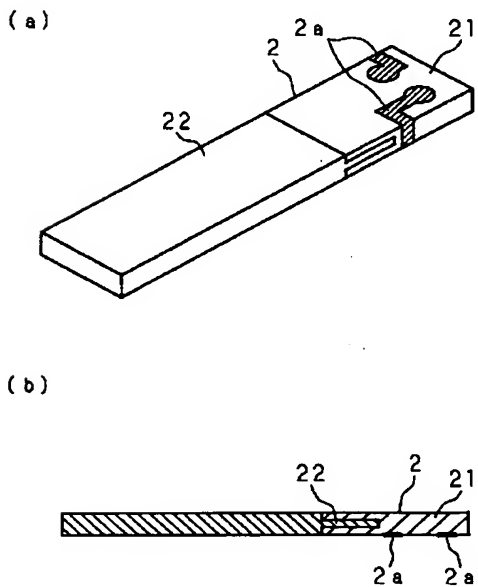
【図16】

第6実施の形態の第4例による加速度センサの  
銼部を示す斜視図、断面図



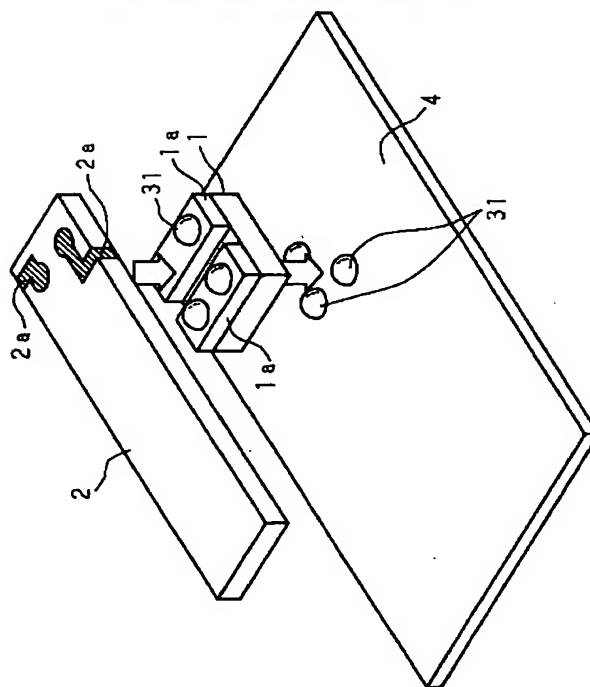
【図17】

第6実施の形態の第5例による加速度センサの  
銼部を示す斜視図、断面図



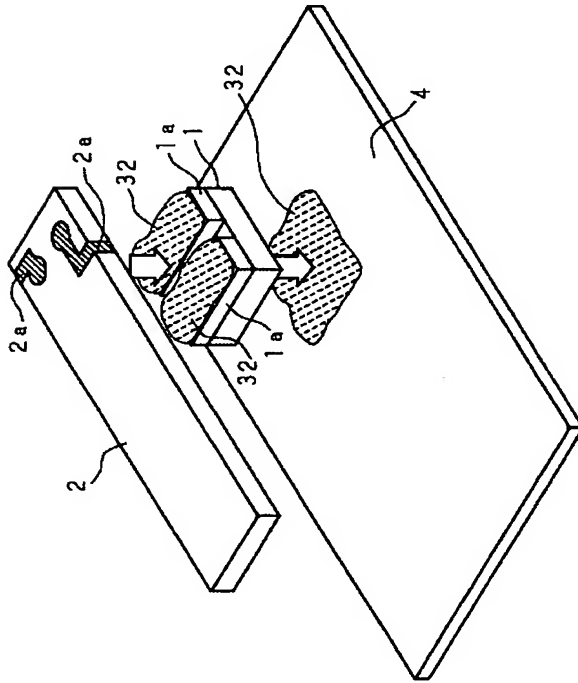
【図18】

第7実施の形態の第1例による銼部と振動子、  
振動子と被検体との接触過程を示す模式図



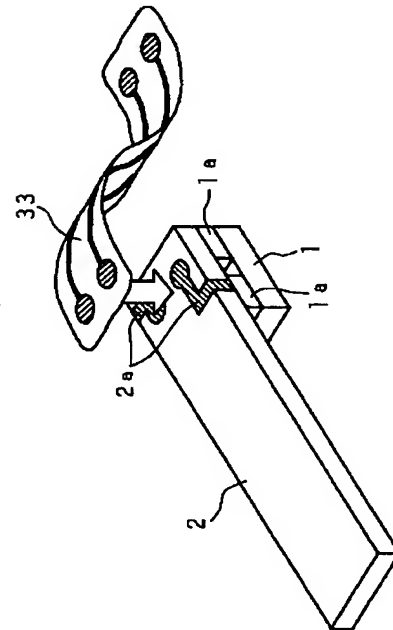
【図19】

第7実施の形態の第2例による錘部と振動子、  
振動子と被検体との接触過程を示す模式図



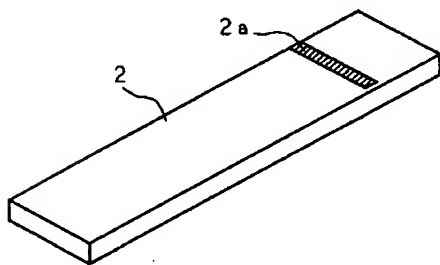
【図20】

第8実施の形態による加速度センサの構成を示す斜視図



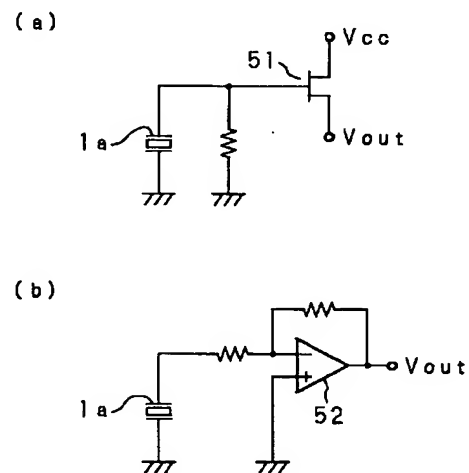
【図26】

第10実施の形態による加速度センサの錘部の斜視図



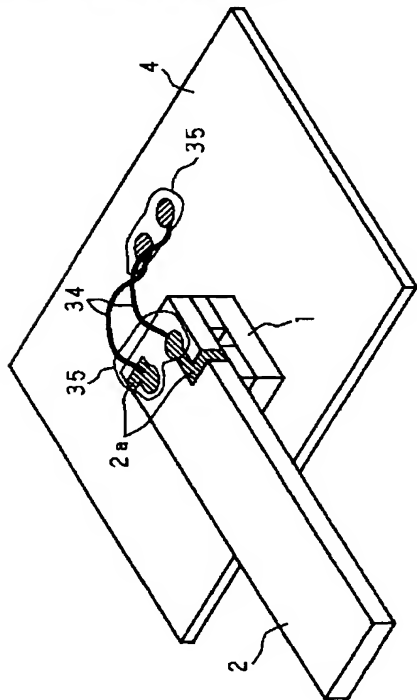
【図27】

第10実施の形態による加速度センサの検出回路の一例を示す図



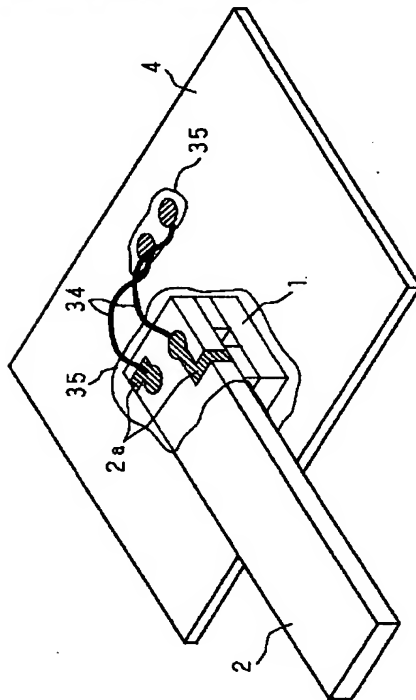
【図21】

第9実施の形態の第1例による加速度センサと  
検出回路基板との接続状態を示す図



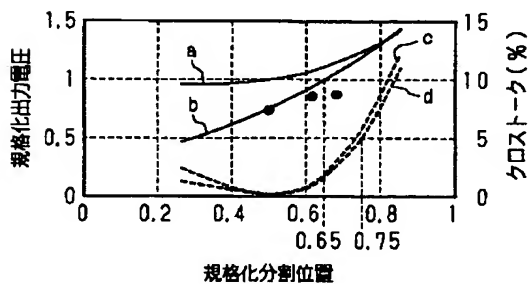
【図22】

第9実施の形態の第2例による加速度センサと  
検出回路基板との接続状態を示す図



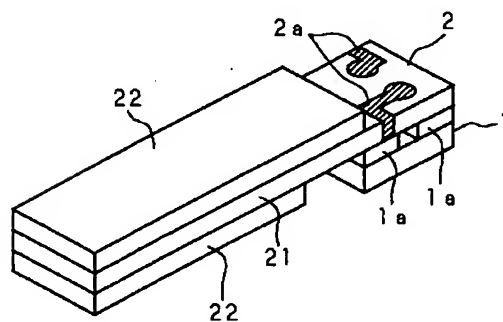
【図28】

差動出力と一出力との場合における分割位置と出力電圧の  
規格化値及びクロストークとの関係を示すグラフ



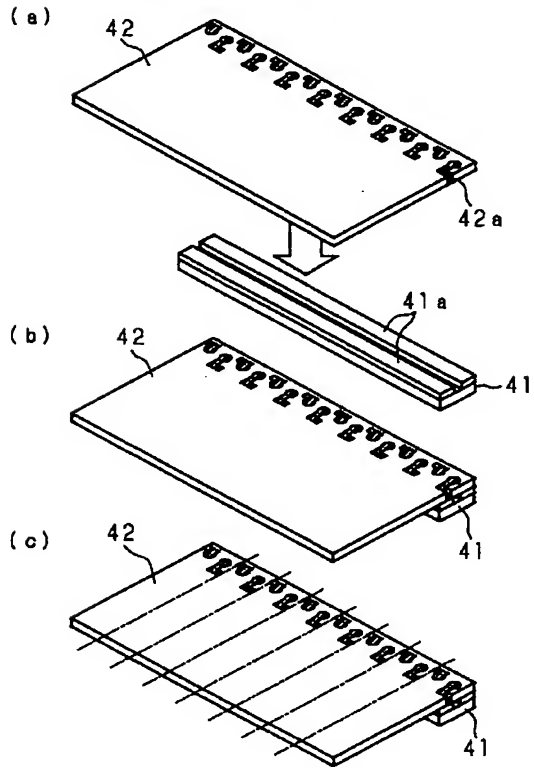
【図29】

第11実施の形態の第1例による加速度センサの構成を示す斜視図



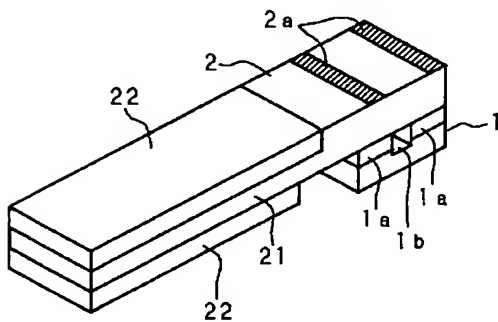
【図23】

本発明の加速度センサの作製工程を示す模式図



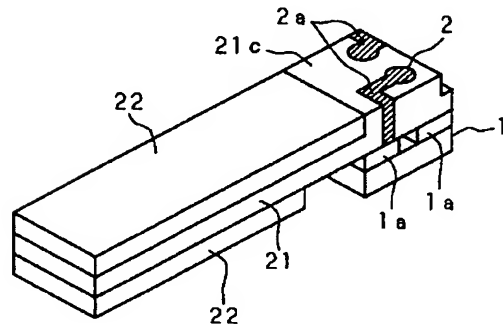
【図31】

第12実施の形態による加速度センサの構成を示す斜視図



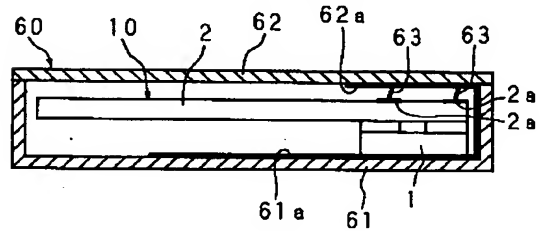
【図30】

第11実施の形態の第2例による加速度センサの構成を示す斜視図

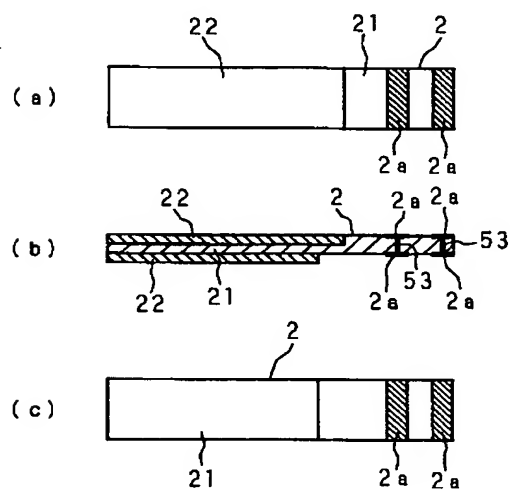


【図44】

第21実施の形態による加速度センサ装置の構成を示す断面図

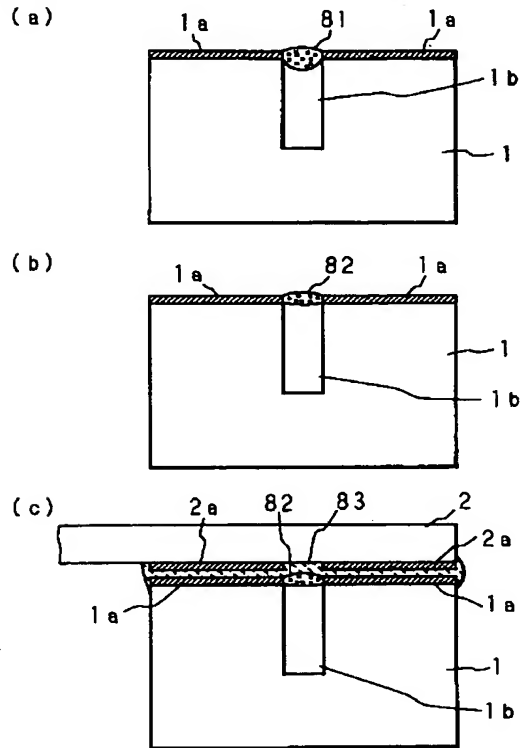


【図32】

第12実施の形態による加速度センサの  
鋸部の表面図、断面図、裏面図

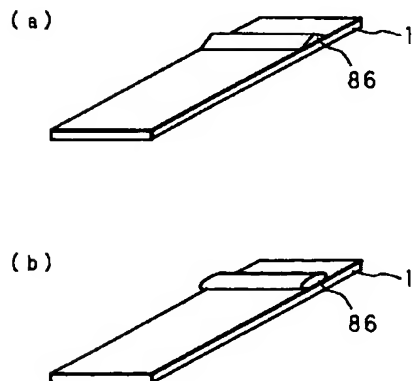
【図33】

第13実施の形態による加速度センサの作製工程を示す断面図



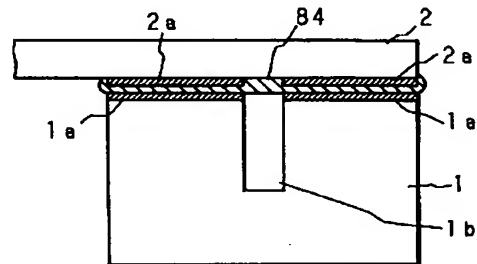
【図37】

第16実施の形態の他の例を示す斜視図



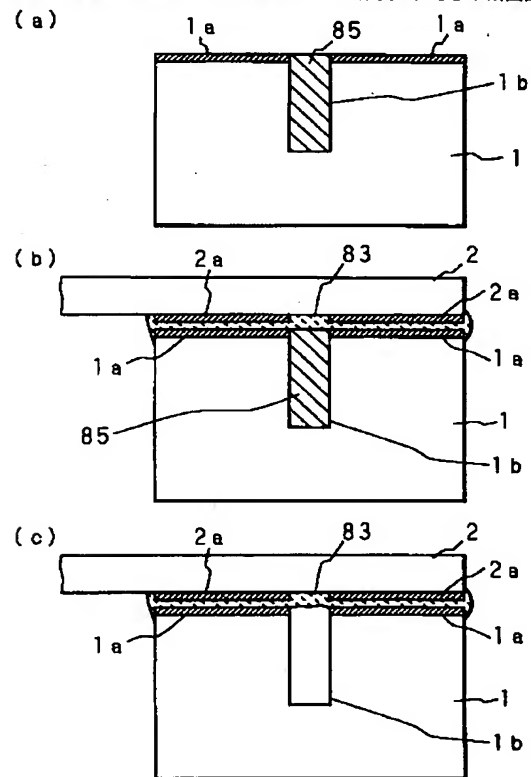
【図34】

第14実施の形態による加速度センサの振動子と鑑部との接着状態を示す断面図



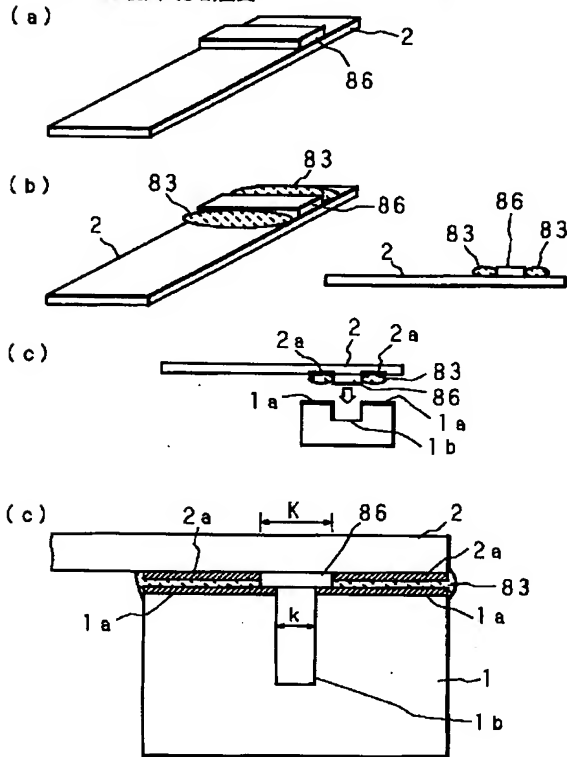
【図35】

第15実施の形態による加速度センサの作製工程を示す断面図



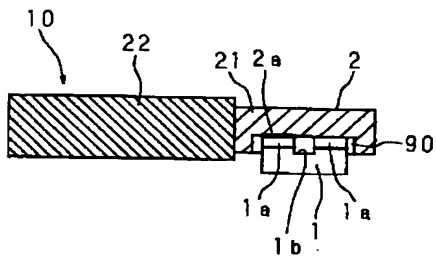
【図36】

第16実施の形態による加速度センサの作製工程を示す斜視図及び断面図



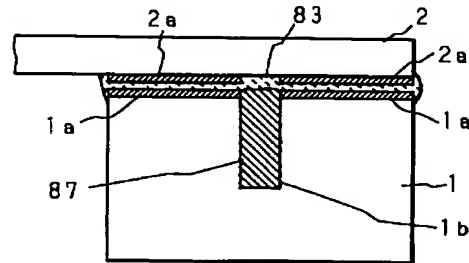
【図43】

第20実施の形態の第2例による加速度センサの構成を示す断面図



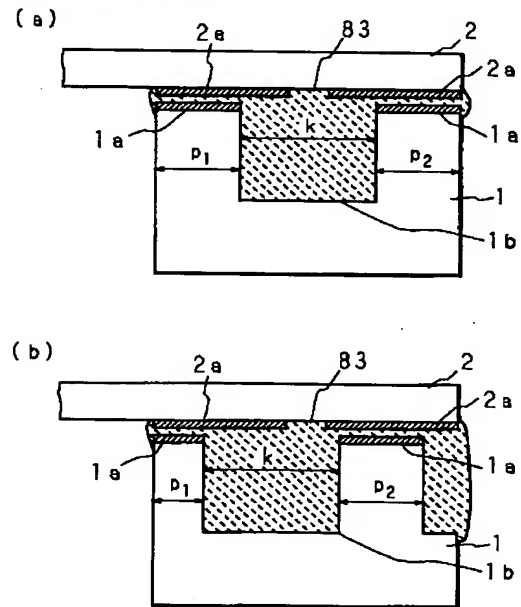
【図38】

第17実施の形態による加速度センサの振動子と筐部との接着状態を示す断面図



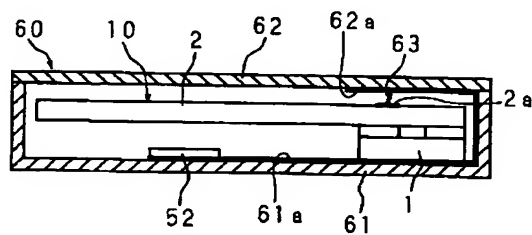
【図39】

第18実施の形態による加速度センサの振動子と筐部との接着状態を示す断面図



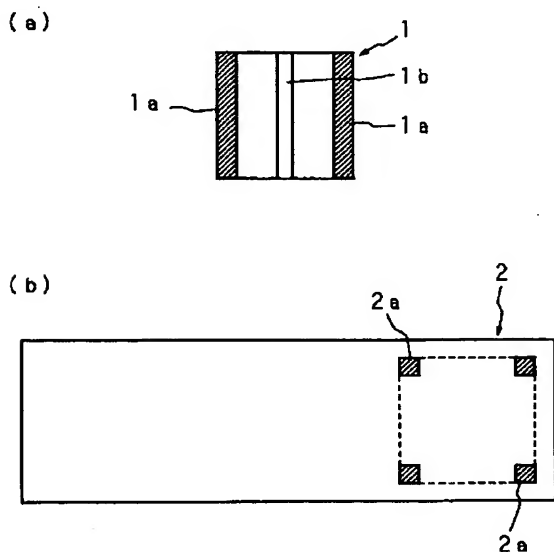
【図45】

第22実施の形態による加速度センサ装置の構成を示す断面図



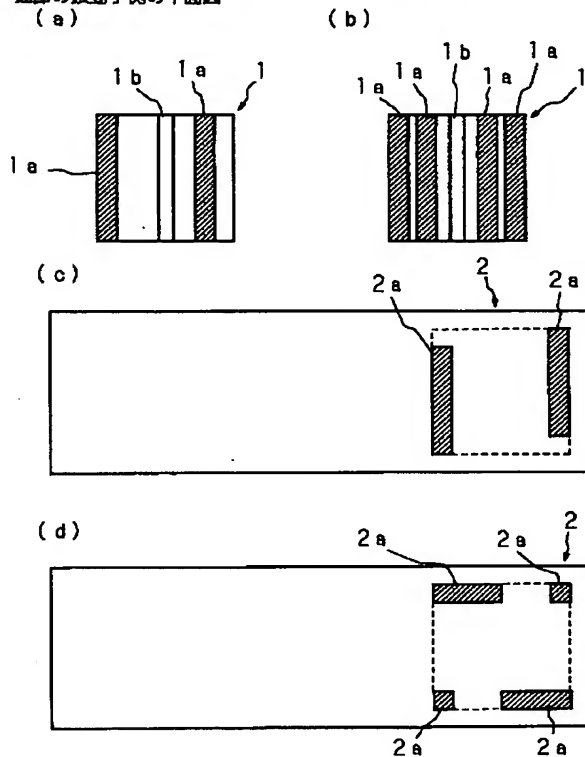
【図40】

第19実施の形態による加速度センサの振動子の鋸部側の平面図、  
鋸部の振動子側の平面図



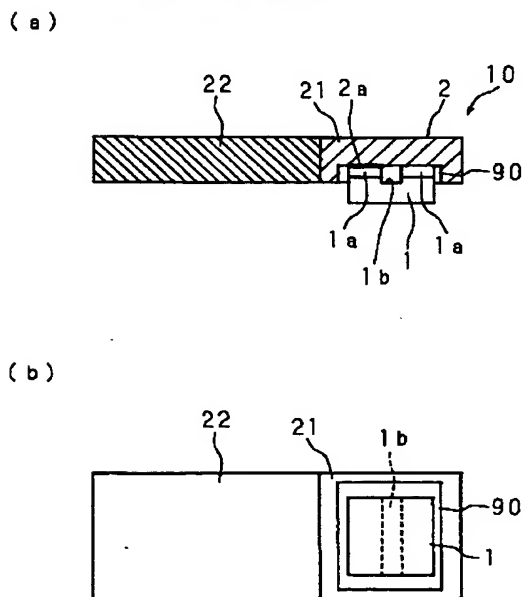
【図41】

第19実施の形態による加速度センサの振動子の鋸部側の平面図、  
鋸部の振動子側の平面図



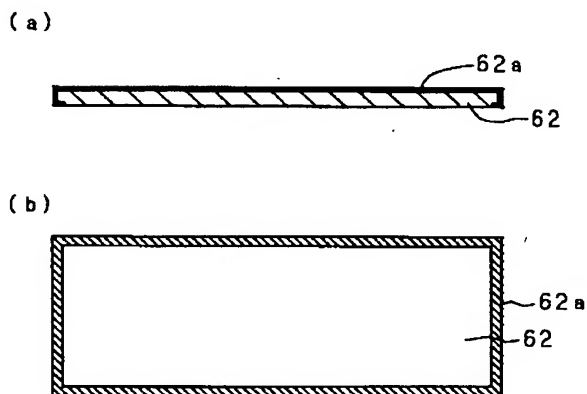
【図42】

第20実施の形態の第1例による加速度センサの  
構成を示す断面図、底面図



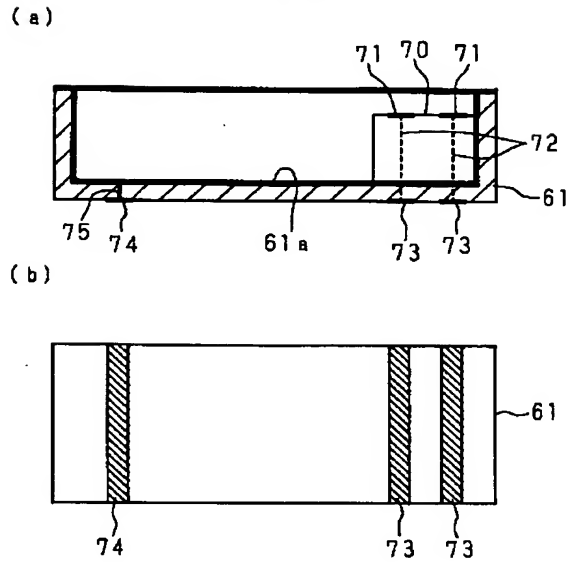
【図47】

第23実施の形態による加速度センサ装置の  
パッケージのキャップ部の断面図、下面図



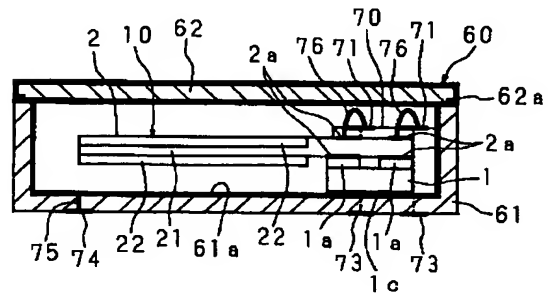
【図46】

第23実施の形態による加速度センサ装置の  
パッケージのベース部の断面図、下面図



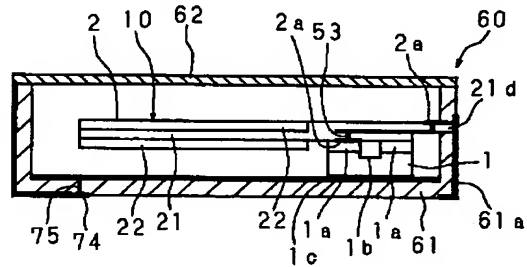
【図48】

第23実施の形態による加速度センサ装置の構成を示す断面図



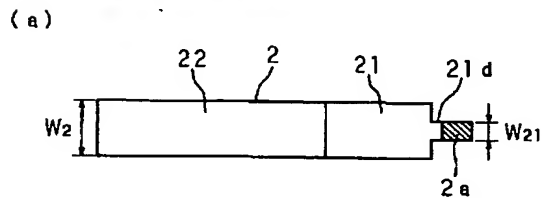
【図50】

第24実施の形態の第2例による加速度センサ装置の  
構成を示す断面図



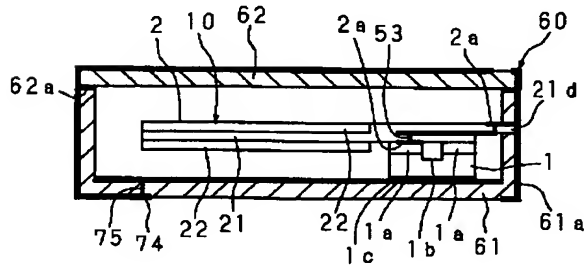
【図51】

第24実施の形態による加速度センサ装置の  
鋸部の平面図、断面図



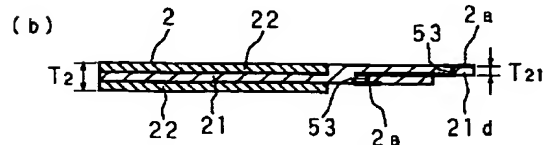
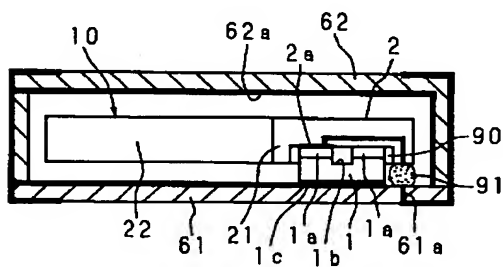
【図49】

第24実施の形態の第1例による加速度センサ装置の  
構成を示す断面図



【図59】

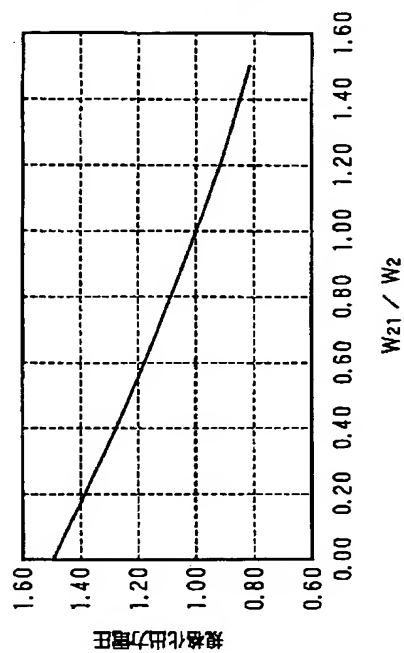
第28実施の形態による加速度センサ装置の構成を示す断面図





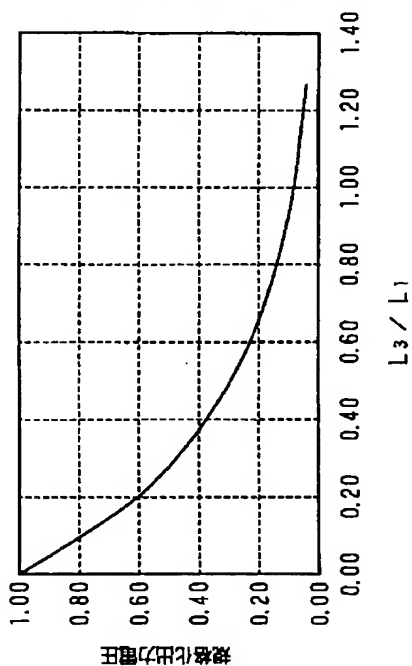
【図52】

延在端部の幅 ( $W_{21}$ ) の鋸部の全幅 ( $W_2$ ) に対する比  $W_{21}/W_2$  と出力電圧の規格化値との関係を示すグラフ



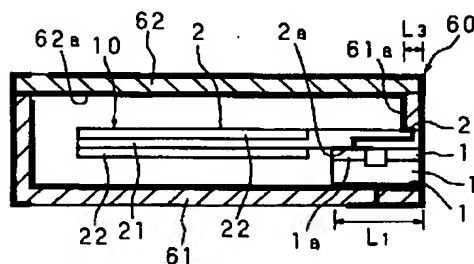
【図54】

挟み込まれる部分の長さ ( $L_3$ ) の振動子の全長 ( $L_1$ ) に対する比  $L_3/L_1$  と出力電圧の規格化値との関係を示すグラフ



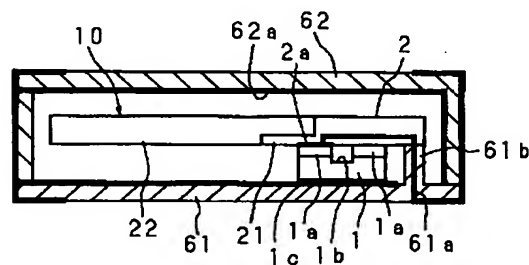
【図53】

第25実施の形態による加速度センサ装置の構成を示す断面図



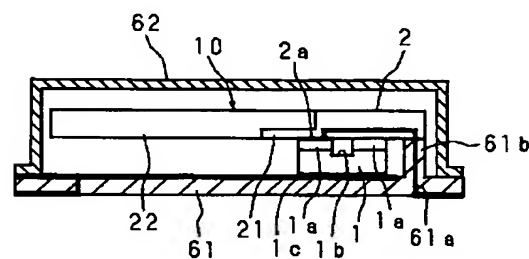
【図55】

第26実施の形態の第1例による加速度センサ装置の構成を示す断面図



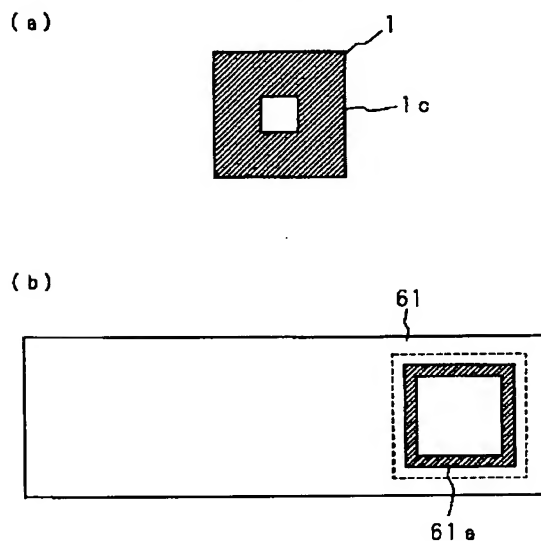
【図56】

第26実施の形態の第2例による加速度センサ装置の構成を示す断面図



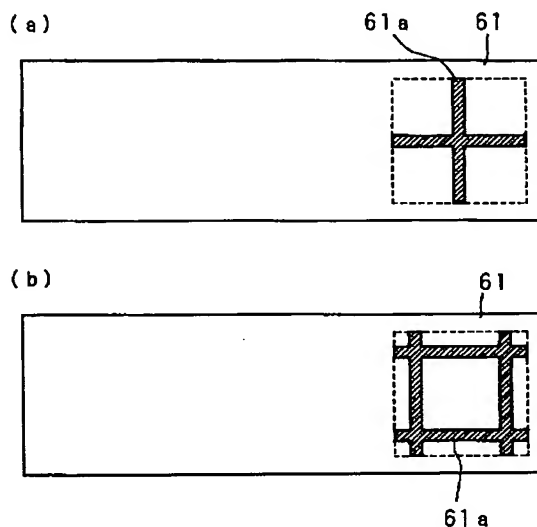
【図57】

第27実施の形態による加速度センサ装置の振動子のパッケージ側の平面図、パッケージのベース部の振動子側の平面図



【図58】

第27実施の形態による加速度センサ装置のパッケージのベース部の振動子側の平面図



フロントページの続き

(72)発明者 田中 浩  
長野県須坂市大字小山460番地 富士通メ  
ディアデバイス株式会社内

(72)発明者 伊形 理  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内  
(72)発明者 佐藤 良夫  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内